

Harri Mattanen

LOUHOKSEN SÄHKÖVERKON MONITOROINTI

LOUHOKSEN SÄHKÖVERKON MONITOROINTI

Harri Mattanen
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Sähkö- ja automaatiotekniikan
tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Automaatiotekniikka

Tekijä: Harri Mattanen

Opinnäytetyön nimi: Louhoksen sähköverkon monitorointi

Työn ohjaaja: Timo Heikkinen (OAMK), Petteri Tätilä (Boliden Kevitsa Mining Oy)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 45 + 13

Työ tehtiin Boliden Kevitsa Mining Oy:lle, joka on yksi Suomen suurimmista kaivostoimintaa harjoittavista yrityksistä. Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa sähköverkon monitorointi louhoksella sijaitsevaan sähköjakelukonttiin, jotta sitä voidaan seurata etänä. Työ on pilottihanke, jonka onnistuessa myös muut louhoksen alueen sähköjakelukontit voidaan integroida järjestelmään samaa tekniikkaa ja toteutustapaa käyttäen.

Työn tekeminen aloitettiin esisuunnittelulla, jossa käytiin läpi lähtötietoja ja tutkittiin eri toteutustapoja järjestelmäintegraatiolle. Suunnittelussa käytettiin apuna AutoCAD-suunnitteluohjelmistoa sekä laitoksella käytössä olevaa dokumentointi- ja suunnitteluohjelmaa ALMAa. Dokumentoinnissa hyödynnettiin jo olemassa olevia sähkökuvia. Esisuunnittelun jälkeen päästiin suunnitteluun, johon kuului hankintamateriaalien määritys, asennussuunnittelu ja toteutussuunnittelu. Suunnitteluun kuului myös uuden käyttöliittymän tekeminen PI Visionilla sekä vanhojen dokumenttien päivitystä.

Työssä luotiin yhteys sähköjakelukontilta automaatiojärjestelmään, mikä mahdollistaa louhoksen sähkökäyttöisten koneiden sähkönsyötön etävalvonnan. Työn suunnittelu ja dokumentointi onnistuivat hyvin, mutta varsinainen monitoroinnin toteutus jää opinnäytetyön jälkeiselle ajalle.

Asiasanat: automaatio, sähkösuunnittelu, etävalvonta

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical and Automation engineering, Automation Engineering

Author(s): Harri Mattanen

Title of thesis: Quarry Electricity Network Monitoring

Supervisor(s): Timo Heikkinen (OAMK), Petteri Tättälä (Boliden Kevitsa Mining Oy)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020 Number of pages: 45 + 13

This thesis was made for Boliden Kevitsa Mining Ltd., which is one of the biggest mine operating companies in Finland. The purpose of this thesis is to design and implement an electricity network monitoring system into a power distribution container, which is in the quarry, and connect it to the already existing automation system. This thesis is also a pilot project which, if successful, is copied to other power distribution containers in Kevitsa.

The work was started with preliminary design that included researching and planning different implementation options for the system interface. The designing was made using AutoCAD design software and ALMA documentation and design software that is already in use at the factory. Existing electrical drawings were used when creating the documentation.

After preliminary design the actual planning was commenced, which included specification of materials to acquire, installation design and implementation design. Planning also included designing of a new operating display on PI Vision as well as updating of old documents. As a result, the design and documentation phase of the project was carried out successfully but the execution phase of the project was not carried out due to time constraints.

Keywords: automation, electric design, remote hosting

ALKULAUSE

Kiitos Boliden Kevitsa Mining Oy:n instrumentointi- ja automaatiosuunnittelija Petteri Tätilälle opinnäytetyön aiheesta ja avusta työhön. Kiitos myös kaikille Boliden Kevitsa Mining Oy:n väelle tuesta.

Harri Mattanen 22.1.2020

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS.....	5
SANASTO.....	8
1 JOHDANTO	9
2 BOLIDEN KEVITSA.....	10
3 HAJAUTETTU AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	11
3.1 Kenttäväylä	11
3.2 Verkkotopologia	12
3.3 Valokuitu.....	16
4 VÄYLÄT	18
4.1 Profibus	18
4.1.1 Profibus DP	19
4.1.2 Profibus PA	20
4.2 Profinet.....	21
4.3 Modbus.....	22
5 TYÖSSÄ KÄYTETYT LAITTEET	24
5.1 Suojarele REF615	24
5.2 Monimittari Diris A40.....	25
5.3 Profibus OLM -valokuitumuunnin.....	26
6 SIMATIC PCS7 -JÄRJESTELMÄ	27
7 PI VISION.....	29
8 ALMA.....	30
9 ESISUUNNITTELU.....	32
10 SUUNNITTELU.....	37
10.1 Tarjouskyselymateriaali	37
10.2 Johdotuskaavio	37
10.3 Piirikaavio.....	38
10.4 Kuvien päivitys ALMAan	38
10.5 Kuitukartta	38
10.6 Yhteyskaavio.....	39

10.7	PI Vision näyttö	39
11	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	45

SANASTO

CPU	Central Processing Unit, prosessori
DXF	Drawing Exchange Format, CAD-tiedostomuoto
I/O	input/output, tulo- ja lähtöliitännät
OSI-malli	Open Systems Interconnection Reference Model, teoreettinen tiedonsiirtoprotokollien yhdistelmämalli
PC	Tietokone
PCM600	ABB:n automaatiojärjestelmän (?) asettelu- ja konfigurointityökalu
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka
STEP 7	Siemensin ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointiohjelma
UPS	Uninterruptible Power Supply, keskeytymätön virransyöttö

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli integroida Kevitsan avolouhoksella sijaitseva sähköjakelukontti automaatiojärjestelmään, joka mahdollistaa sähkölähtöjen monitoroinnin etänä. Sähköjakelukontti syöttää louhoksella toimivia lastaus-, pora- sekä pistokaivinkoneita. Kevitsan kaivoksen rikastamon kapasiteettiä nostetaan, joten louhoksen sähköjakelun toimintavarmuuden tärkeys kasvaa entisestään kapasiteetin noston myötä, joten on tärkeää saada tiedot etäluettavaksi.

Tarkoituksena oli selvittää eri järjestelmäyhteyksien toimintaa ja suunnitella toimiva ja varma ratkaisu, jolla toiminnalle kriittisten laitteiden mittaus- ja tilatiedot saadaan luettua etänä ja arkistoitua automaatiojärjestelmään. Tilatiedot mahdollistavat jatkossa myös koneiden käytettävyyden tarkastelun sähkönsyötön osalta. Tarkoituksena oli myös päivittää muutokset vanhoihin sähkökuviin ja dokumentoida Kevitsan kaivokselle tehdyt uudet lisäykset suunnittelujärjestelmään. Suunnittelutyön sähkökuviissa käytettiin suunnittelu- ja dokumentointiohjelma ALMAa ja AutoCAD-suunnitteluohjelmistoa.

Opinnäytetyön alussa perehdytään automaatiojärjestelmään, erilaisiin yhteystekniikoihin ja niiden tuomiin etuihin ja haittoihin sekä vertaillaan eri verkkotopologioita. Tämän jälkeen käsitellään yleisesti työssä käytettyjen laitteiden toimintaa. Viimeisenä käsitellään työhön liittyvää suunnittelua ja dokumentointia.

Työn toimeksiantajana toimi Boliden Kevitsa Mining Oy. Tätä opinnäytetyötä on tarkoitus käyttää apuna myös muiden Kevitsan avolouhoksella olevien sähköjakelukonttien automatisointia ja monitorointia suunnitellessa.

2 BOLIDEN KEVITSA

Kevitsan kaivos on Sodankylässä operoiva kupari- ja nikkeli-kaivos. Kevitsan kaivoksen esiintymä löydettiin vuonna 1987 ja se on yksi Suomen suurimmista mineraalilöydöistä. Kevitsan kaivos on perustettu vuonna 2012 ja on tyypiltään avolouhos, jonka Boliden AB hankki First Quantum Mineralsilta vuoden 2016 kesäkuussa. (1.) Vuonna 2016 kokonaislouhinnan määrä oli 39 600 000 tonnia, josta sivukiveä oli yli 80 % ja siitä hyödynnetään 5 %. Raportoidut mineraalivarannot olivat tuolloin 166 200 000 tonnia. (2.) Kevitsassa rikastettiin 7 582 000 tonnia malmia vuonna 2018. Rikasteet kuljetetaan aluksi rekoilla Kemiin, josta ne lähtevät junalla tai laivalla sulatoille Harjavaltaan ja Skellefteåan. Malmi sisältää nikkeliä, kuparia, kultaa, platinaa ja palladiumia. Omien työntekijöiden määrä oli noin 460 vuonna 2018, joista 90 % on Lapin läänistä. (1.) Kaivoksen arvioitu jäljellä oleva elinikä on 15 - 20 vuotta (2).

Vuonna 2018 Boliden päätti investoida 100 miljoonaa euroa kaivoksen laajennukseen ja rikastamon laajennukseen 78 miljoonaa euroa. Vuoteen 2020 mennessä tavoitteena on nostaa malmin louhintamäärä 9 500 000 tonniin. Tätä varten rakennetaan uudet rikastamo- ja jauhimorakennukset. Kaivoksen muita tulevaisuuden investointikohteita ovat esimerkiksi tele-remote-poraus ja autonominen poraus, trolley-louhosautot, autonomiset louhosautot ja sivukivikasojen maisemointi. Autonominen poraus parantaisi käyttöastetta, koska taukoja olisi vähemmän sekä tunkeutuvuus, kesto ja poraustarkkuus olisi parempi. Trolley-louhosautoja on ollut käytössä jo Aitikin kaivoksella syyskuusta 2018 lähtien, ja niitä tulee käyttöön Kevitsaan kesällä 2020. (3.)

3 HAJAUTETTU AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Automaatiojärjestelmä voi olla koko tehtaan toimintaa ohjaava järjestelmä tai pelkästään yksittäinen ohjelmoitava logiikkalaite (4). Valvomoasemasta operoidaan, monitoroidaan ja kontrolloidaan tehtaan toimintaa. Valvomoasema voi olla yksittäinen PC tai jokin muu valvontalaite, josta operaattori näkee prosessin mittaustiedot ja voi sen mukaan ohjata prosessia. Valvomoasema voi koostua monesta PC:stä, joista jokaisella on yksilöllinen tehtävänsä, kuten esimerkiksi hälytykset ja tietojen kirjaus. (5.)

Automaatiojärjestelmän arkkitehtuuri määrittää eri osien yhteydet sekä miten näiden osien välinen koordinointi ja toimintojen jako on sovittu (6). Hajautuksella tarkoitetaan usealle itsenäiseen toimintaa kykenevälle laitteelle toimintojen ja tietojenkäsittelyn jakamista (5).

Hajautuksen aste on merkittävä asia automaatioarkkitehtuurissa ja se koskee laitteiden sijoittamista prosessiin, toimintojen jakamista eri laitteille sekä tiedon ja toimintojen sijaintia ohjelmistossa. Järjestelmien hajautus toteutetaan käsittelemällä ja varastoimalla tietoa lähellä sitä paikkaa missä sitä käytetään tai tuotetaan. (6.)

Hajautuksen etuina ovat luotettavuuden lisääntyminen sekä yksiköiden toiminnan ja rakenteen selkeytyminen. Modulaarisuus tekee suunnittelun, ylläpidon ja järjestelmän jatkuvan kehittämisen helpommaksi. Hajautuksen haittoina ovat kasvava tarve tiedonsiirrolle sekä se, että hajautusta ei ole aina mahdollista tehdä tehtävien tai prosessin kannalta mielekkäästi ja tiedonsiirtoviiveet voivat hankaloittaa järjestelmän toimintaa. (6.)

3.1 Kenttäväylä

Tehtaan kentällä tapahtuvaan tiedonsiirtoon tarkoitettua väylää sanotaan kenttäväyläksi. Kenttäväylät on mahdollista jakaa käytön mukaan instrumenttiväyliin (sensor bus), laiteväyliin (device bus) ja yleiskäyttöisiin kenttäväyliin (fieldbus). Jyrkkää rajaa ei voi vetää erilaisten sovellusten ja väylien ominaisuuksien tai väylätyyppien mukaan. Eri väylät soveltuvat joihinkin sovelluksiin paremmin kuin toisiin. (7.) Nämä ohjausväylät voivat olla rakenteeltaan

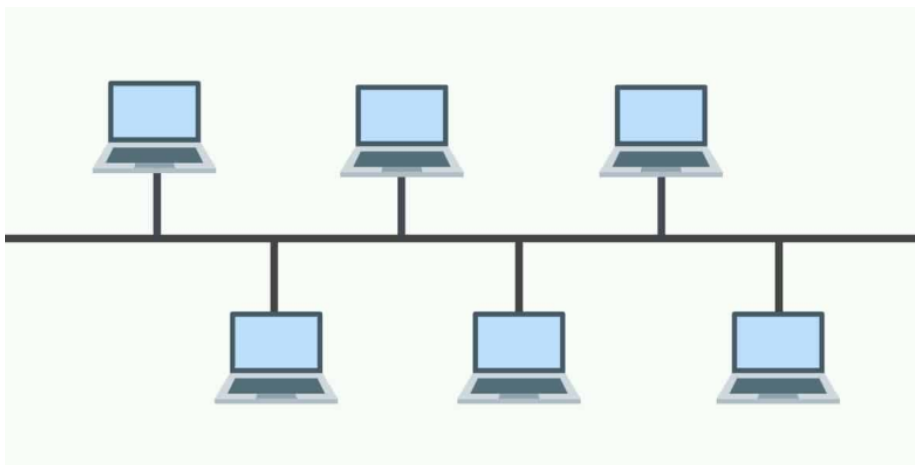
valokuituyhteyksiä tai kuparikaapeliperustaisia parikaapeliväyliä, jotka on kytketty valvomoaseman I/O-yksiköihin (4).

Anturiväylässä tieto kulkee pääasiassa binaarisena, mutta usein myös analogisena mittaustietona. Monimutkaisempien laitteiden mittaus-, ohjaus- ja diagnostiikkatietoja viedään anturiväylissä. Ylimmän kenttäväylätason (fieldbus) väylissä on mahdollista välittää binaarista ja analogista tietoa sekä laitteiden diagnostiikka- ja konfigurointitietoja ja myös tiedostoja. Ylin kenttäväylä tarjoaa myös standarditoimilohkoja laitteiden tiedonsiirtoon ja ohjaukseen. (7.)

3.2 Verkkotopologia

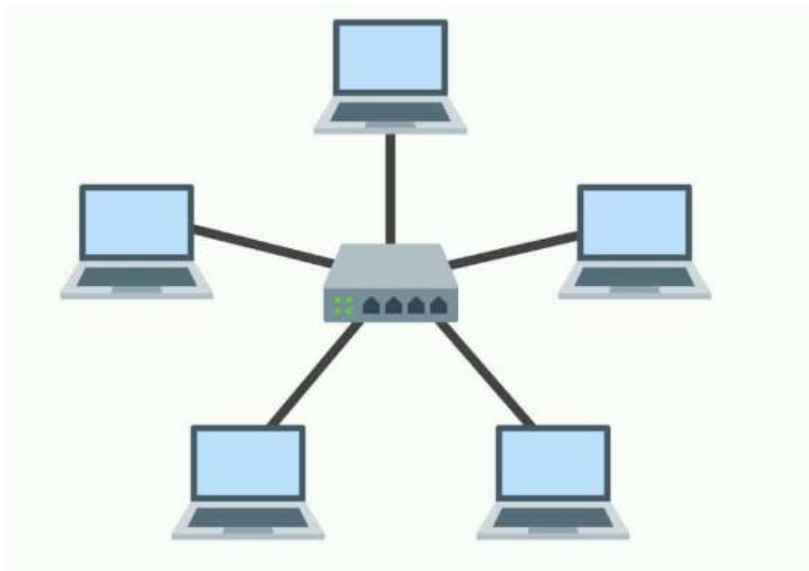
Tietoliikenteen termillä verkkotopologia tarkoitetaan tietokoneverkon perusrakennetta eli tapaa, miten verkon laitteet on liitetty toisiinsa. Verkon perustopologiat ovat väylä, tähti, rengas, puu ja silmukka (eng. *mesh*). Fyysinen topologia tarkoittaa sitä, miten koneet ovat fyysisesti liitetty toisiinsa kaapeleilla. Verkon rakennetta tarkastellessa siinä liikkuvien pakettien kannalta tulee eteen verkon topologia. Verkon fyysinen topologia ja looginen topologia voivat olla erilaisia. (8.)

Väylätopologiassa verkon laitteet ovat kytkettynä yhteen yhdistävään kaapeliin, jonka päissä on päätevastukset. Väylätopologian ongelma on sen vikaherkkyys. Kaapelin tai päätevastuksen vioittuessa on verkko kahdessa osassa ja se lakkaa toimimasta. (8.) Kuvassa 1 on nähtävissä esimerkki väylätopologiasta.



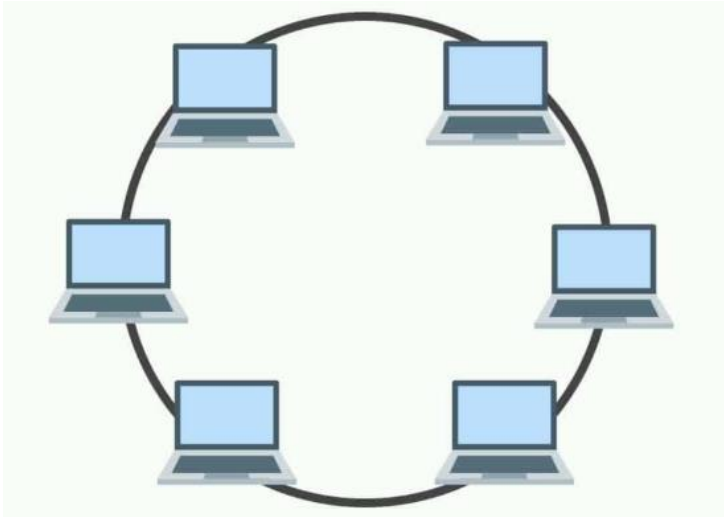
KUVA 1. Väylätopologia (8)

Tähtitopologiassa kukin verkkolaite kytketään joko toiseen kytkimeen tai reitittimeen omalla kaapelillaan, josta jatkuu yhteys toisille laitteille. Tähtitopologian huomattava etu on se, että yhden kaapelin vioittuminen vaikuttaa pelkästään siihen kaapeliin kytketyn laitteen tietoliikenteeseen, jolloin muut laitteet vielä toimivat. (8.) Kuvassa 2 on esitetty tähtitopologia.



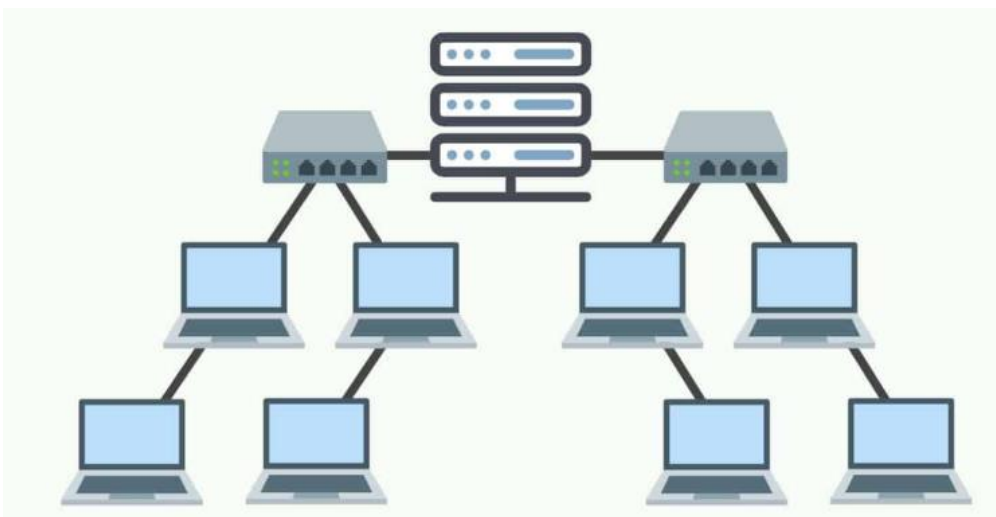
KUVA 2. Tähtitopologia (8)

Rengastopologia on idealtaan samanlainen kuin väylätopologia, mutta siinä verkosta on muodostettu fyysinen rengas. Tällaisessa verkossa jokaisella asemalla on kaksi naapuria, joista yhdeltä asemalta saadaan sanoma ja toiselle lähetetään. Vain yksi asema kerrallaan saa sanoman. (8.) Suurin osa rengastopologioista sallii pakettien liikkumisen vain yhteen suuntaan. Rengastopologian hyviä puolia ovat muun muassa helppo vianetsintä, nopea tiedonsiirto ja uusien asemien lisääminen topologiaan vaikuttamatta verkon suorituskykyyn. Rengastopologian suurin haittapuoli on yhden aseman vioittumisen vaikutus koko verkon toimintaan. (9.) Kuvassa 3 on nähtävissä esimerkki rengastopologiasta.



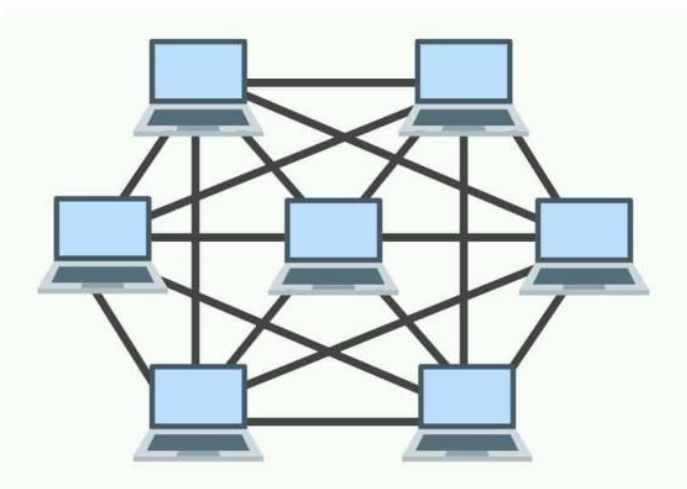
KUVA 3. Rengastopologia (8)

Puutopologiassa asemat on järjestetty kuten puun oksat. Tätä topologiaa käytetään usein organisoimaan tietokoneet yritysverkoissa. Puutopologiassa kahden kytketyn aseman välillä voi olla vain yksi yhteys, koska millä tahansa kahdella asemalla voi olla vain yksi keskinäinen yhteys. Puutopologia sisältää elementtejä kummastakin, väylä- ja tähtitopologiasta. Puutopologiassa on helppo lisätä uusia asemia verkkoon. (10.) Puutopologia näkyy kuvassa 4.

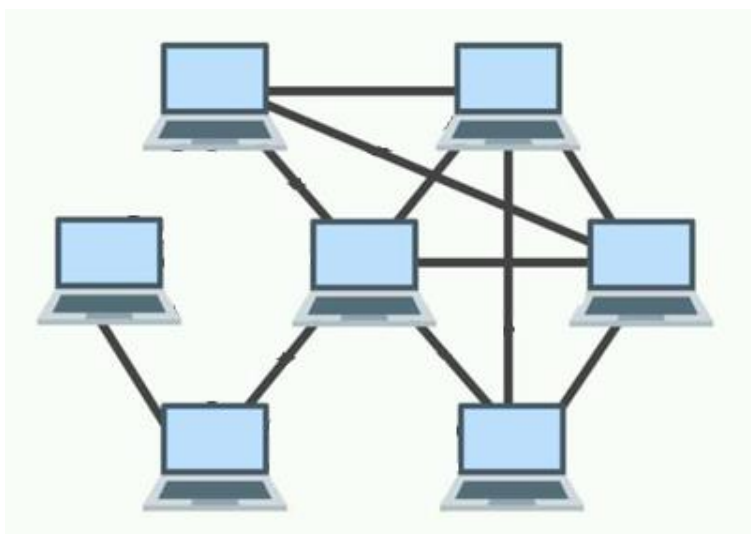


KUVA 4. Puutopologia (8)

Silmukkatopologiassa kaikki verkon laitteet ovat kytkettynä toisiinsa. Täydellisesti kytketyssä silmukaverkossa jokaiselta laitteelta menee verkon jokaiseen muuhun laitteeseen kaapeli. Kaapelin vioittuessa laite voi vastaanottaa ja välittää tietoa edelleen, koska kaikki laitteet ovat suoraan yhteydessä kaikkiin muihin laitteisiin, joten tämä ratkaisu on erittäin vikasietoinen. Huonona puolena tällaisessa fyysisessä verkossa on kaapelointi, koska jokaisen laitteen välillä pitää olla kaapeli ja se nostaa verkon hintaa. Silmukkatopologia on käytännöllisempi langattomissa verkoissa. Osittainen silmukkatopologia, jossa kaikkia laitteita ei ole kytketty toisiinsa, antaa myös hyvän vikasietoisuuden, sillä tieto voidaan välittää todennäköisesti jotakin reittiä pitkin perille. (8.) Kuvassa 5 on esitetty silmukkatopologia ja kuvassa 6 osittainen silmukkatopologia.



KUVA 5. Silmukkatopologia (8)



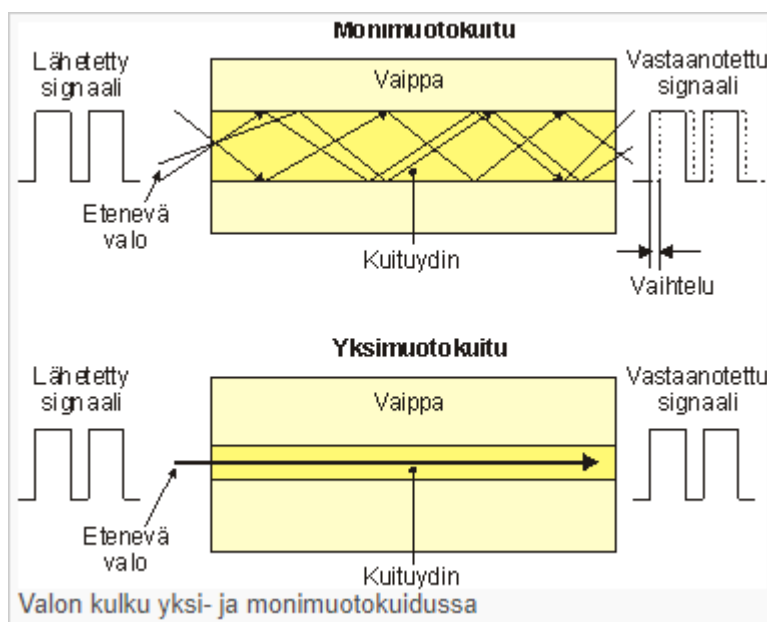
KUVA 6. Osittainen silmukkatopologia (8)

3.3 Valokuitu

Valo- eli optisella kuidulla tarkoitetaan ohutta kuitua, joka on valmistettu yleensä lasista, ja jossa signaali kulkee valon muodossa. Valokuidulla on monia etuja kuparikaapeleihin verrattuna, esimerkiksi erinomainen tiedonsiirtokyky. Se sopii hyvin häiriöllisiin teollisuusympäristöihin, sillä valokuitu ei säteile ulospäin eikä aiheuta sähkömagneettisia häiriöitä. Sähkömagneettisille häiriöille, kuten radioaalloille, valokaapeli on immuuni, koska lasi on sähköisesti eriste, eikä siihen voi indusoitua häiriöitä. Valokuituja valmistetaan myös muovista lyhyille ja hitaammille yhteyksille. (11.) Kuvassa 7 näkyy valon liikkuminen valokuidussa.

Yksimuotokuidussa valo liikkuu suoraan heijastumatta kuidun ja ytimen rajapinnasta. Ydin on noin 0,005 - 0,01 mm paksu. Valokuituyhteyksien pituudet ovat useita kilometrejä, joten kuidussa käytettävän lasin on oltava todella puhdas. Yksimuotokuidussa käytetään 1310 nm:n, 1550 nm:n ja 1625 nm:n aallonpituuksia. (12.)

Toisin kuin yksimuotokuidussa, monimuotokuidussa valo liikkuu heijastumalla ja taittumalla kuoren ja ytimen rajapinnasta. Ytimet ovat halkaisijaltaan monimuotokuidussa 50 - 70 μm . Monimuotokuiduissa käytetään aallonpituutena 850 nm ja 1300 nm. (12.)

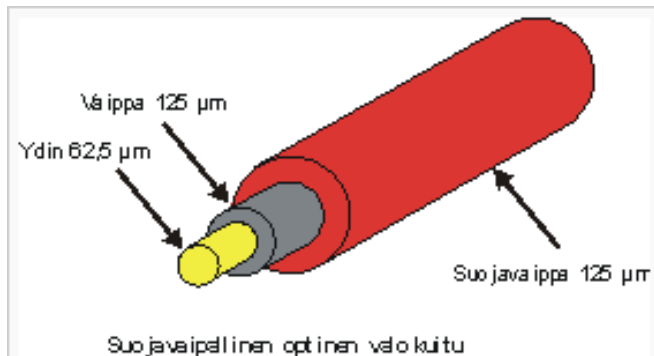


KUVA 7. Valon liikkuminen valokuidussa (13)

Valokaapelin vaimennuksella tarkoitetaan valosignaalin heikentymistä valokaapelissa. Itse kuitu aiheuttaa vaimennusta, joka johtuu valon absorboitumisesta ja siroonnasta. Myös valokaapelien väliset liitokset aiheuttavat vaimennusta. Usein valokuidun vaimennus pienenee aallonpituuden kasvaessa. (11.)

Optisella tiedonsiirrolla on monia etuja verrattuna sähköiseen tiedonsiirtoon. Sen tiedonsiirtokyky on erittäin suuri ja välimatkat voivat olla pitkiä pienen vaimennuksen ansiosta. Sillä voidaan rakentaa luotettavia yhteyksiä ja palveluita erittäin hyvän tietoturvallisuuden takia, koska ylikuuluminen ja salakuuntelu on periaatteessa mahdotonta, sillä valokuitu ei säteile ympäristöön. (11.)

Optisen kuidun materiaali, lasi, ja pieni koko aiheuttavat myös haittatekijöitä. Lasilla ei ole juurikaan elastisia ominaisuuksia, joten ohuen kuidun käsittely vaatii huolellisuutta ja tarkkuutta. Olettaessa huomioon lasin ominaisuudet asianmukaisilla suojarakenteilla ja oikeanlaisella käsittelyllä ongelmia ei tule. (11.) Kuvassa 8 on nähtävissä esimerkki valokuitukaapelin rakenteesta.



KUVA 8. Valokuitukaapelin rakenne (13)

4 VÄYLÄT

Tässä luvussa perehdytään eri väyläratkaisuihin, joita käytetään automaatiotekniikassa laitteiden ja järjestelmän väliseen kommunikointiin. Tutkitaan myös väylien tiedonsiirtonopeuksia ja määriä sekä kommunikointityyppejä ja -protokollia.

4.1 Profibus

Profibus (Process Field Bus) on avoin kenttäväyläjärjestelmä, joka kehitettiin Saksassa vuonna 1989. Maailmalla on yli 60 miljoonaa Profibus-laitetta asennettuna ja siitä on kasvanut kenttäväyläteknikan alalla markkinajohtaja. Profibus tarjoaa lyhyet vasteajat ja yhteensopivuuden kansainväliseen IEC 61158 -standardiin. (14.)

Profibus-protokollarakenne perustuu OSI-malliin, joista Profibus DP käyttää ensimmäistä ja toista kerrosta. Protokolla voi käyttää kolmea eri kommunikaatioversiota: master-master, master-slave ja slave-slave. Master-laitteet määrittävät väylällä kulkevan tiedonsiirron, ja ne lähettävät viestejä ilman erillistä pyyntöä. Profibus-protokollassa master-laitteista käytetään myös nimitystä aktiiviasema. Kentällä olevat laitteet ovat slave-laitteita kuten I/O-laitteet, venttiilit, mittauslähettimet ja muut vastaavat. Slave-laitteet pystyvät vain kuittaamaan saapuneita viestejä tai lähettämään viestejä master-laitteelle tämän pyytäessä. Standarditiedot kulkevat kehyksissä, joihin tiedonsiirto perustuu Profibus-kenttäväylässä. Alkuerottimet erottavat sanomakehykset toisistaan. (15.) Taulukossa 1 on Profibus-sanomakehys ja kuvassa 9 on sanomakehyksen rakenne

TAULUKKO 1. Profibus-sanomakehys (16)

SD	Start Delimiter, alkuerotin
LE	Length of protocol data unit, datan pituus
LEr	Repetition of length of protocol data unit, datan pituus toistettuna
FC	Function Code, toimikoodi
DA	Destination Address, kohdeosoite
SA	Source Address, lähdeosoite
DSAP	Destination Service Access Point, kohteen portti
SSAP	Source Service Access Point, lähteen portti
DU	Data Unit, datakenttä
FCS	Frame Checking Sequence, kehyksen tarkistussekvenssi
ED	End Delimiter, loppuerotin



KUVA 9. Profibus-sanomakehyksen rakenne (16)

12 Mbit/s:n maksiminopeuteen pääsee vain alle 100 m:n segmenteissä. Profibus-kaapelin suurin toimintamatka ilman toistinta on 100 - 1200 m tiedonsiirtonopeudesta riippuen. (14.)

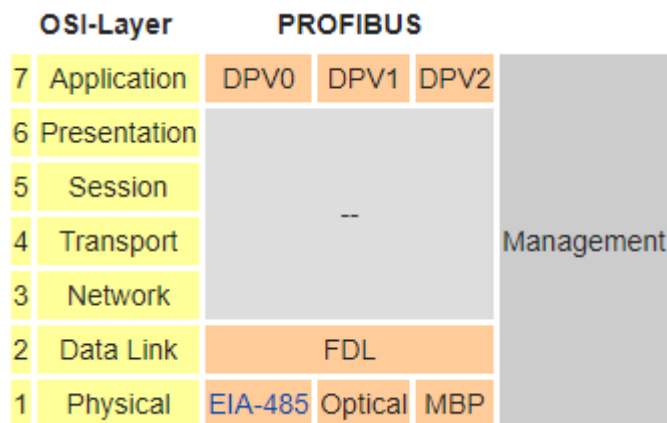
4.1.1 Profibus DP

Profibus DP (Decentralised Peripherals) on suunniteltu nopeaan tiedonsiirtoon ja laitteiden edulliseen yhteen kytkemiseen. Se on tarkoitettu erityisesti automaatiojärjestelmän ja hajautetun laitetason väliseen kommunikointiin. Sillä pystytään korvaamaan perinteinen rinnakkaiskaapelointi ja asemien irrottaminen väylästä on mahdollista häiritsemättä muiden asemien toimintaa. Topologialtaan Profibus DP -kenttäväylä voi olla väylä, rengas tai puu. Puhuttaessa Profibus DP -väylästä, sillä tarkoitetaan nopeaa kenttäväylää RS-485-sarjaliikenteen päälle tai valokuidulla toteutettuna. Profibus DP -väylän nopeus voi olla enintään 12 Mbit/s. (14.) Kuvassa 10 on esimerkki Profibus DP -kaapelista.



KUVA 10. Profibus DP -kaapeli (17)

Profibus DP:ssä voidaan käyttää kolmea eri protokollaversiota: DP-V0, DP-V1 ja DP-V2. DP-V0 mahdollistaa datan siirron maksimissaan 126 solmulle ja kanavadiagnostiikkapalvelut, keskeytystoiminnot ja asemien liittämisen- ja poistamistoiminnot. Kommunikointi on tyypiltään master-slave. DP-V1 tuo asynkronisen tiedonsiirron synkronisen rinnalle ja tekee mahdolliseksi laitteen parametroidin ja kalibroinnin väylän ollessa toiminnassa. Nämä parannukset on tehty prosessiautomaatiota ajatellen. DP-V2 on uusin versio ja se mahdollisti slave-slave tiedonsiirron. Tämä keventää väylän kuormitusta ja voi nopeuttaa vasteaikaa jopa 90 %. (15.) Kuvassa 11 näkyy Profibusin protokollapino suhteessa OSI-malliin.



KUVA 11. Profibus OSI-malli (16)

4.1.2 Profibus PA

Profibus PA (Process Automation) kehitettiin vuonna 1996 ja on tarkoitettu kenttälaitteiden ja ohjausjärjestelmän väliseen tiedonsiirtoon. Yleensä väylä kytketään Profibus-DP -kenttäväylän

alle. Profibus DP -kenttäväylään kytkentä tehdään DP/PA-couplerilla tai vaihtoehtoisesti DP/PA-linkillä.

DP/PA-coupleria käytetään yksinkertaisissa verkoissa ja alhaisilla prosessinkäsittelyajoilla, kun taas DP/PA-linkkiä käytetään suurissa verkoissa. DP/PA-coupler muuttaa väylän fyysiset väyläominaisuudet ja määrittää yhteensopivat liikennöintinopeudet. DP/PA-linkki toimii slave-laitteena Profibus DP -kenttäväylään nähden ja master-laitteena Profibus PA -kenttäväylään nähden. (14.)

Profibus PA -protokollaan soveltuvat prosessinhallintalaitteet, kuten mittarit, lähettimet ja toimilaitteet, kommunikoivat keskenään sanomarakenteiden avulla. Profibus PA -väylä sopii myös räjähdysvaarallisiin tiloihin, sillä sen käyttämä Manchester Bus Powered -koodaus tukee syöttövirran siirtämistä väyläkaapelia pitkin. (14.)

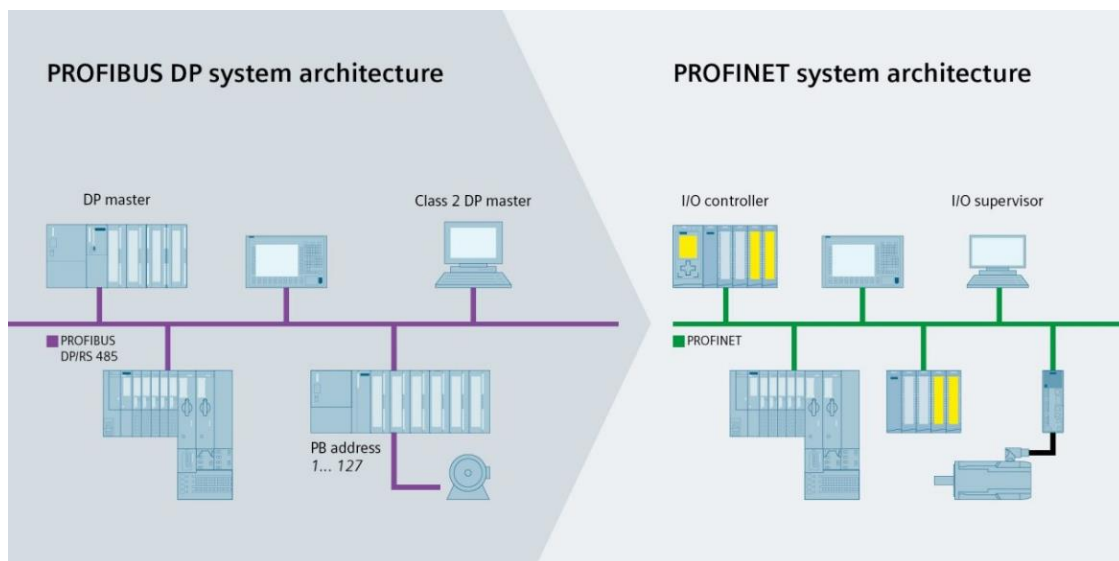
Yhteen segmenttiin on mahdollista kytkeä korkeintaan 32 ja yhteen väylään 126 laitetta. Laitteiden maksimimäärät ovat teorianmääriä ja niihin ei päästä käytännössä, koska teho ja siirtonopeus pienenevät kaapelin pidentyessä ja laitemäärän noustessa. Väyläsegmenttien päissä pitää olla päätevastukset. Tällä estämään signaalin takaisin heijastumisesta johtuva häiriöiden muodostuminen. Käytettäessä kuparikaapelia tiedonsiirtonopeus rajoittaa väyläsegmentin pituutta, sillä siirtonopeus pienenee kaapelin pidentyessä. (14.)

4.2 Profinet

Profinet (Process Field Net) on teollisuus-Ethernet-standardi, jonka on kehittäneet yhdessä Siemens ja Profibus -käyttäjäorganisaatio. Profinet mahdollistaa I/O-liikenteen ja älykkäiden laitteiden keskinäisen kommunikaation. Profinet perustuu Ethernet-protokollaan, joten myös langaton tiedonsiirto on mahdollista. (18.)

Profinet mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon kulun samaan aikaan, kun ei-aikakriittiset (TCP/IP) toiminnot. Reaaliaikainen ja syklinen tiedonsiirto yhtä aikaa samassa väylässä on mahdollista ilman, että reaaliaikainen tiedonsiirto häiriintyisi. Alle yhden millisekunnin vasteaikoihin on mahdollista päästä siirtämällä reaaliaikaista tietoa tahdistetusti, jolloin vasteaika riittää vaativiin liikkeenohjaussovelluksiinkin. (18;19.)

Profinet-standardiin siirtyminen olemassa olevista kenttäväylistä pystytään tekemään portaittain, koska Profinet-väylä on yhteensopiva alaspäin. Tällöin tiedonsiirto tuotantolaitoksessa muodostuu monista väylistä, jotka ovat yhteensopivia keskenään. Profinet-väylää pystytään laajentamaan alaspäin väylille, kuten Profibus tai AS-I, jotka ovat yhteensopivia Profinetin kanssa. (18.) Perinteisempään Profibus ratkaisuun verrattuna komponenttien määrää voi vähentää noin 30% laitteistoon integroitavien osien ansiosta. Kuvassa 12 on esitettyä Profibus DP- ja Profinet-järjestelmäarkkitehtuurit vierekkäin.



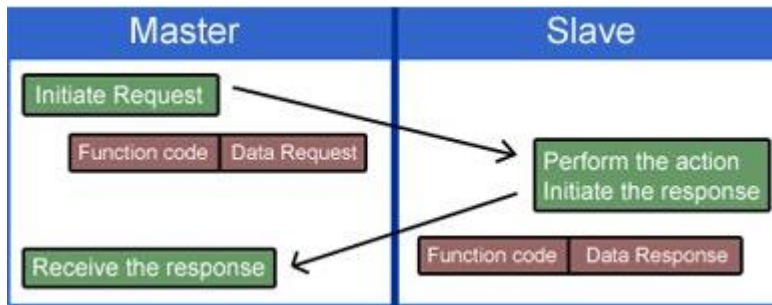
KUVA 12. Profibus DP- ja Profinet-järjestelmäarkkitehtuuri (20)

4.3 Modbus

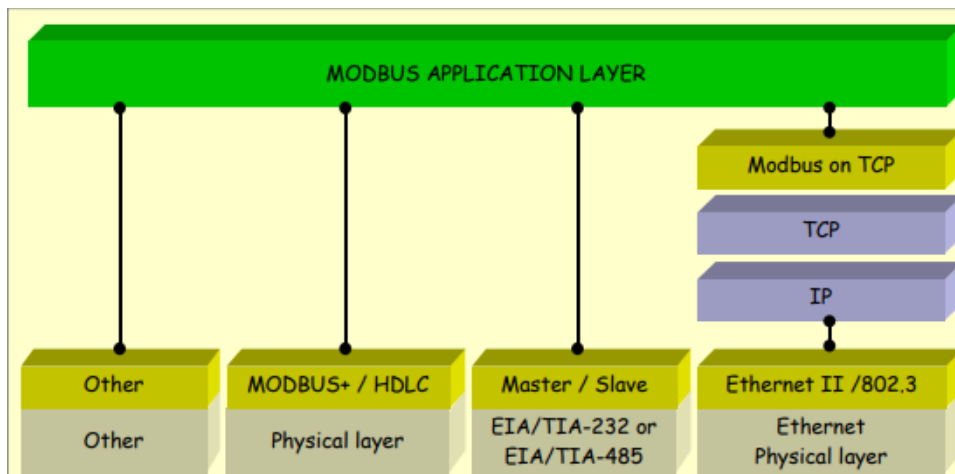
Modicon-yhtiö (Modular Digital Controller) valmisti ensimmäiset ohjelmoitavat logiikat 1960-luvun lopussa. Modbus on Modiconin kehittämä sarjaväylä, jolla mahdollistettiin ohjelmoitavien logiikoiden yhdistäminen toisiinsa. Siitä tuli ensimmäinen automaatiolaitteiden välinen protokolla ja se sai vuonna 1979 virallisen standardin arvon. Modbus on avoin protokolla ja siinä ei ole lisenssimaksuja. (21.)

Modbus protokolla käyttää master-slave tekniikkaa laitteiden väliseen kommunikointiin. Järjestelmässä, joka käyttää Modbus protokollaa, pitää olla vähintään yksi master ja yksi slave. Käytettäessä yhden tavun slave-Id:tä voi yhdellä väylällä olla enintään 247 slavea.

Modbus-versioita on kaksi ja ne tehtiin RS-232- tai RS-485-sarjaväylälle ja Ethernetille. (22;23.) Kuvassa 13 on nähtävissä master- ja slave-laitteen kommunikointi. Muistialueaulukoihin kirjoitetaan ja niistä luetaan kaikki välitettävä data, joista sovellusohjelmat voivat ottaa datan ja prosessoida sen edelleen (22). Kuvassa 14 esitetään Modbus-kommunikointi.



KUVA 13. Modbus master-slave toiminta (23)



KUVA 14. Modbus-kommunikointi (22)

5 TYÖSSÄ KÄYTETYT LAITTEET

Työssä käytettiin ABB:n REF615 -suojareileita sekä Socomecin Diris A40 -monimittareita. Tässä luvussa käsitellään työssä käytettyjä laitteita ja niiden käyttötarkoituksia sekä tietoliikenneyhteyksikäytäntöjä.

5.1 Suojarele REF615

REF615 on syötön suojarele ja kuuluu ABB:n Relion 615 -suojareiden tuoteperheeseen, joka on suunniteltu teollisuuden sähköjakelujärjestelmien ja sähköasemien valvontaan, suojaukseen, hallintaan ja mittaamiseen. Sarjaan kuuluu myös muita releitä, jotka on tarkoitettu esimerkiksi moottorien, generaattorien, muuntajien ja syöttöjohtojen suojaukseen. Rakenteeltaan uudistettu Relion 615-sarjan releet tukevat monia eri tietoliikenneyhteyksikäytäntöjä, kuten IEC 61850- ja IEC 60870-5-103 -standardeja sekä Modbus -yhteyksikäytäntöjä. (24.) Kuvassa 15 on REF615 -suojarele.



KUVA 15. REF615 (25)

REF615 soveltuu ilmajohtojen ja kaapelisyöttöjen suojaukseen maasta eristetyissä, maadoitusvastusta käyttävissä, sammutetuissa ja suoraan maadoitetuissa verkoissa. Kun vakiokokoonpanoon on määritetty sovelluskohtaiset asetukset, on rele mahdollista ottaa käyttöön heti. (24.)

REF615:n vakiokonfiguraatiota on saatavana kahtenatoista vaihtoehtona, joissa on eri sovellus vaihtoehtoja. Tässä työssä käytetään vakiokonfiguraatiota E. Vakiokonfiguraatiota pystyy muuttamaan Protection and Control IED Manager PCM600:n graafisen sovellustoiminnallisuuden tai signaalimatriisin avulla. PCM600:n sovellusten konfigurointitoiminnallisuudella on myös mahdollista luoda monitasoisia loogisia toimintoja apuna käyttäen loogisia elementtejä, kuten flip-flopeja ja ajastimia. Loogisten toimintolohkojen kanssa yhdistelemällä suojaustoimintoja voidaan mukauttaa releen konfigurointia käyttäjäkohtaisten vaatimusten mukaisiksi. (24.)

5.2 Monimittari Diris A40

Diris A40 on Socomecin valmistama monimittari, joka on suunniteltu pien- ja suurjänniteverkkojen mittauksiin, analysointiin ja valvontaan. Diris voidaan ohjelmoida kohteessa olevan virta- ja jännitemuuntajan arvojen mukaan. Diris-monimittareilla on mahdollista tehdä laajoja erilaisia sähkömittauksia aina yksittäisistä erillismittauksista jopa 200 mittarin kokonaisuuksiin. Vanha Diris A40 kulkee jatkossa mallinimellä A30 ja siitä on tullut uusi A40-nimeä kantava päivitetty malli. Kumpaankin Diris malliin on saatavilla kahdeksan eri lisämoduulia, joilla voidaan päivittää laitteen toimintoja, kuten esimerkiksi tässä työssä tarvittava Profibus SUB-D9 -linkki. Diris voidaan asentaa 1-, 2- tai 3-vaiheverkkoon. (26.)

Dirikseen on mahdollista myös yhdistää kolme eri virtasensoriversiota, perus-TE, avattava-TR ja Rogowski-TF, mikä sallii Diriksen integroimisen uusiin tai jo olemassa oleviin sähköasennuksiin. Diris A40:n uusi versio on IEC 61557-12 -standardin mukainen. (26.)

Monitoimimittarin sisältämiä toimintoja ovat esimerkiksi virtojen, jännitteiden ja tehojen mittaukset sekä tapahtumahistoria tietojen tallennus kuten kuormituskäyrät ja hälytykset. (26.)

5.3 Profibus OLM -valokuitumuunnin

Pidempiä tiedonsiirtomatkoja tarvittaessa lisätään järjestelmään Profibus OLM (Optical Link Module) eli valokuitumuunnin. ET-asema tai CPU liitetään OLM -yksikköön Profibus-kaapelilla, jossa sähköinen signaali muutetaan optiseksi ja johdetaan valokuituun. Optisen signaalin takaisin sähköiseen muotoon muuttamiseen tarvitaan OLM-yksikkö myös kuitukaapelin vastaanottopäähän. 15 km:n siirtoetäisyyden voi saavuttaa optisella kuitukaapelilla ilman toistinta. (27.) Kuvassa 16 nähtävissä Profibus OLM -valokuitumuunnin.



KUVA 16. Profibus OLM -yksikkö (28)

6 SIMATIC PCS7 -JÄRJESTELMÄ

Siemensin kehittämä automaatiojärjestelmä Simatic PCS7 on järjestelmä teollisuuden prosessien ohjaukseen. Ohjattavan prosessin voi skaalata tehtaan tarpeitten mukaan. Järjestelmän avulla on mahdollista ohjata tehdasta kokonaisuutena tai pienimmillään järjestelmä voi koostua vain yhdestä tietokoneesta, joka sisältää automaatiojärjestelmän ominaisuudet. (29.)

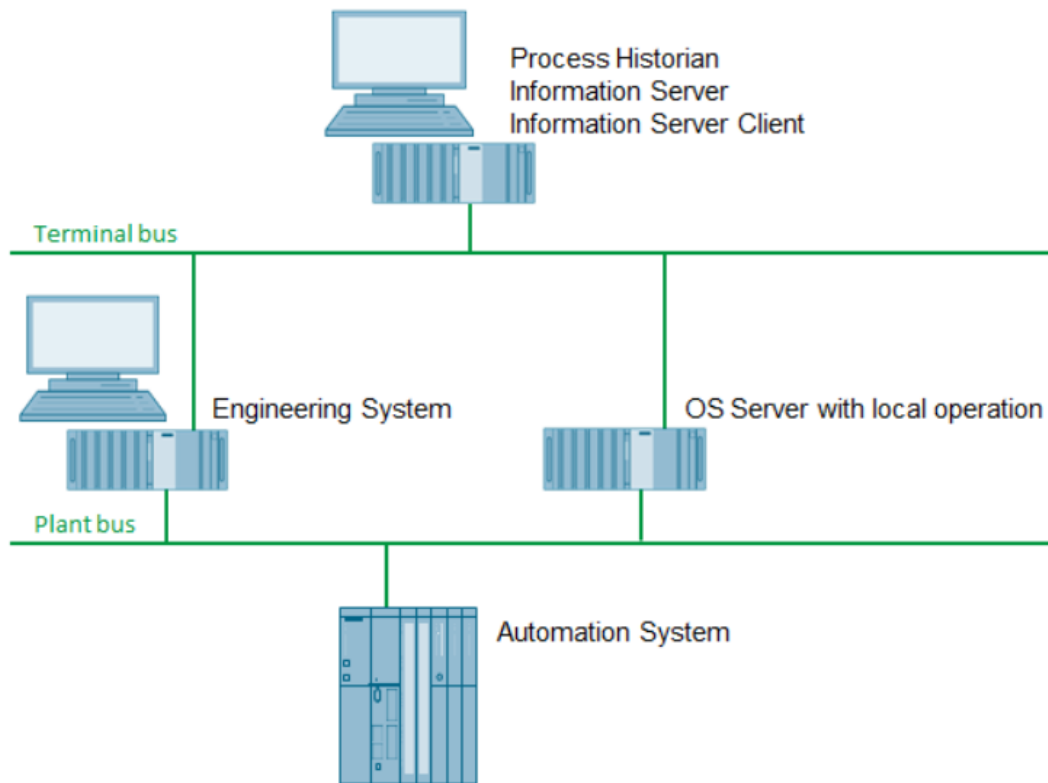
Simatic PCS7 automaatiojärjestelmään saa turvatekniikkaominaisuudet lisäämällä siihen turvalogiikan. Standardipiirien ja turvapiirien suunnittelu toteutetaan samoilla työkaluilla. Samoissa prosessiasemissa ja kenttävyylissä on mahdollista toteuttaa standardi- ja turvaohjaukset. (29.)

Simatic PCS7 -järjestelmässä on kolme erityyppistä asemaa: operointiasemat, prosessiasemat ja suunnitteluasema (30).

Simatic PCS7 -operointijärjestelmässä operaattorit voivat seurata prosessia eri näyttöjen kautta ja puuttua tarvittaessa prosessinohjaukseen. Järjestelmä tukee hierarkkisia näyttörakenteita, mikä mahdollistaa aliprosessien näyttöjen valitsemisen suoraan prosessialueelta. (30.) Kuvassa 17 on esitetty esimerkki PCS7 -järjestelmän hierarkiasta.

Simatic PCS7 -automaatiojärjestelmä tarjoaa monia eri prosessiasemavaihtoehtoja. Yksittäisetkin asemat sopivat kaiken tyyppiin sovelluksiin. Kahdennetut prosessiasemat soveltuvat käyttöön, kun vikatilanteissa halutaan varmistaa tuotannon käynnissä pysyminen. Laitoksen standardi- ja turvaohjaukset toteutetaan Safety-prosessiasemilla. (30.)

Suunnitteluasemassa luodaan, hallinnoidaan, arkistoidaan ja dokumentoidaan Simatic PCS7 -projekti. Projekti käyttää Microsoftin SQL-tietokantaa. SQL-tietokantoja on vain yksi, joten syötetyt tiedot ovat käytettävissä koko projektissa. (30.)



KUVA 17. PCS7 -järjestelmän hierarkiaesimerkki (31)

7 PI VISION

PI Vision on PI-järjestelmän datan visualisointityökalu, joka helpottaa datan analysointia ja tarkastelua. Se toimii myös data-arkistona automaatiojärjestelmän keräämälle datalle. Tätä samaa dataa käytetään kriittisten prosessilaitteiden käytettävyyden analysoimiseen ja visualisoimiseen. Sama käytettävyydsanalysointi mahdollistuu sähkönsyötön osalta myös kaivoksen laitteille.

Kaikki Visionin käyttäjät pystyvät luomaan ja muokkaamaan näyttöjä, joko pelkästään heille itselleen nähtäväksi tai julkiseksi. PI Visionin näyttöihin on myös mahdollista lisätä hyperlinkkejä. PI Visioniin tehtyihin näyttöihin lisätään symboleita raahaamalla niitä symbolikirjastosta ja siihen pystyy myös lisäämään omia kuvia suoraan tietokoneelta raahaamalla ne näyttöön. Visionin näyttöön saadaan myös laitteilta arvoja ja tilatietoja, joille voidaan antaa esimerkiksi raja-arvoja, jotka rajan ylittyessä muuttavat symbolien väriä.

PI Visionia käytetään verkkoselaimessa ja sitä on mahdollista käyttää kaikilla laitteilla, joissa on internet-yhteys. Siinä on tuki mobiililaitteille ja mukautettuja näkymiä muille pienen näytön laitteille, jotka helpottavat tärkeiden prosessitietojen selaamista missä tahansa.

8 ALMA

ALMA on kokkolalaisen ALMA Consulting Oy:n vuonna 1986 kehittämä integroitu suunnittelu-, kunnossapito- ja teknisen tiedon ja tapahtumien hallintajärjestelmä. Vuonna 2019 ALMA oli käytössä 46 eri maassa ja noin 300 yrityksessä. (32.)

Tuotantolaitoksen kaikki elinkaaren aikana syntyneet tekniset dokumentaatiot ja tapahtumat voi säilyttää ja organisoida ALMA-järjestelmässä. Tuotantokatkokset voivat lyhentyä ajantasaisen kriittisen tiedon ja nopean saatavuuden ansiosta. (33.)

ALMA-järjestelmä pitää sisällään tuotantolaitoksen ohjelmistoratkaisut projektin esisuunnittelusta suunnitteluun sekä yllä- ja kunnossapitoon koko elinkaaren ajaksi. ALMA pystytään myös jakamaan tarpeen mukaan moduuleihin, joilla on mahdollista tehostaa yksittäisiä osa-alueita. Ohjelmiston ydin ja sen moduulit, teknisen tiedon ja dokumentaation hallintajärjestelmä, kuten myös suunnittelu- ja kunnossapitojärjestelmä voivat toimia joko yhdessä tai itsenäisesti. Tämä mahdollistaa järjestelmän ja sen toiminnallisuuksien laajentamisen, koska laitoksen tietoja on jo valmiina järjestelmässä. ALMA-järjestelmän voi integroida toimimaan yhdessä muitten eri järjestelmien kanssa. (33.)

Tietokoneelle asennettavaa suunnitteluohjelmaa käytetään järjestelmän ylläpitoon ja ohjelmiston konfigurointiin. ALMalla on mahdollista generoida sinne suunnitelluista automaatio- ja sähköpiireistä kuvia dxf-muotoon. ALMAan pystytään tekemään myös erilaisia raportteja. Raportti vedetään haluttujen objektien päälle ja se osaa hakea niistä halutut tiedot ja tekee siitä valmiiksi määritellyn pohjan mukaan Excel-tiedoston.

Älypuhelimilla ja tableteilla voidaan käyttää reaaliajassa ALMAN web-käyttöliittymää, kunhan on internet-yhteys. Web-käyttöliittymä mahdollistaa ALMAN käytön kentällä ja sitä käytetään yleensä tiedonhakuun ja dokumenttien katseluun kentällä sekä virheiden tai muutosten merkitsemiseen.

ALMA-tietokantaan luodaan pohjaksi laitoshierarkia suunnittelua varten. ALMAan saadaan syötettyä kaikki laitoksen eri komponenttien ja kaapelien tiedot lisäämällä niille oikeat tuotteet ALMAssa olevasta tuotekirjastosta. ALMAssa on olemassa myös sisäänrakennettuja toimintoja, joilla voi kytkeä komponentit ja kaapelit. Suurempia muokkauksia tai lisäyksiä tietokantaan

tehdessä voidaan käyttää ALMAssa olevaa import -työkalua, joka mahdollistaa tiedon siirron suoraan Excel-taulukoista. ALMA mahdollistaa dokumenttien lisäämisen suoraan hierarkiaan luoduille objekteille. Tällä tapaa ei tarvitse selata ALMAssa olevaa dokumenttihakemistoa. Kaikki tietokantaan tehdyt muutokset ja lisäykset näkyvät muilla käyttäjillä reaaliajassa. Kuvassa 18 on näkymä ALMAN hierarkiasta ja import -työkalusta.

The screenshot shows the ALMA system interface. On the left is a hierarchical tree view showing the structure of the system, including folders like '100 Dokumentit', '101 Dokumentit', '102 Dokumentit', and '103 Dokumentit'. On the right is the 'Import-työkalu' (Import tool) window, which displays a table of documents. The table has columns for document ID, name, and various status fields. The table is titled 'Import-työkalu' and shows a list of documents with their respective IDs and names.

1 Doc	2 Title	3 HOD_ID	4 HOD_SORT	5 Turnus	6 Nimi	7 Nimi	8 Tietolaji	9 Hankintatyyppi	10 Kappale	11 Kappale	12 Arvioitu pö.	13 Todellinen	14 Sisäinen pö.	15 Keskityttiä	16 Vertailuko	17 Päättö pö.	18 Päättö säh.	19 Muuta
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		

KUVA 18. ALMA hierarkia ja import -työkalu

9 ESISUUNNITTELU

Projekti aloitettiin esisuunnittelulla, josta saatiin tärkeimmät lähtötiedot ja vaatimukset työhön. Esisuunnitteluun sisältyi lähtötietojen hankkiminen, järjestelmäyhteyden vertailu sekä laitteiden valitseminen ja vertailu.

Työssä ensimmäiseksi alettiin käydä läpi lähtötietoja ABB:ltä saaduista sähköjakelukontin luovutusdokumenteista sekä nykyisen järjestelmärakenteen dokumentteja. Kuvassa 19 on keskijännitekojeiston L03-kennossa olevat REF615 -suojarele ja Diris-monimittari.

Lähtötietojen tutkimisen jälkeen ryhdyttiin selvittämään työn vaatimuksia. Vaatimuksina oli saada katkaisijan, erottimen ja maadoituserottimen tilatiedot sekä energiamittaukset, jotta niitä pystytään lukemaan etänä ja saadaan arkistoitua tiedot automaatiojärjestelmään.

Seuraavaksi tarkasteltiin REF615 -suojareleen toimintaa, koska se on valvonnan kannalta kriittisin laite sähköjakelukontissa tarvittavien tilatietojen saamiseksi. Suojareleen toimintoja ja lähtöjä pystyttiin testaamaan releen koestustilaa käyttämällä. Suojareleessä ei ole suoraan Profibus-liitäntämahdollisuutta, mutta käyttämällä protokollakonvertteria SPA-ZC 302:ta, Profibus-liitäntä olisi mahdollista toteuttaa. Suojareleen RJ-45-tietoliikenneportti mahdollisti Ethernet-yhteyden luomisen ja sitä kautta päästiin käyttämään selainpohjaista käyttöliittymää, josta pystyttiin ohjelmoimaan releen lähtöjä ja muuttamaan vakiokonfiguraatiota ja parametriasetuksia.

Sähköjakelukontin keskijännitelähdöistä haluttiin järjestelmään myös energiamittaustiedot ja näiden tietojen saamiseksi suunniteltiin käyttää 6 kV:n kojeiston lähdöistä löytyviä Diris-monimittareita. Lähtötietojen perusteella näissä Diris-monimittareissa ei ole Profibus-liitäntää, mutta selvitettiin, että mittareihin voi hankkia lisämoduuleja. Sähköjakelukonttiin tehdyssä kenttäkierroksessa tarkastettiin Diris-monimittarit ja huomattiin, että niissä oli valmiina väärät lisämoduulit tähän käyttötarkoitukseen. Lisämoduulit päätettiin vaihtaa Profibus-lisämoduuleihin.



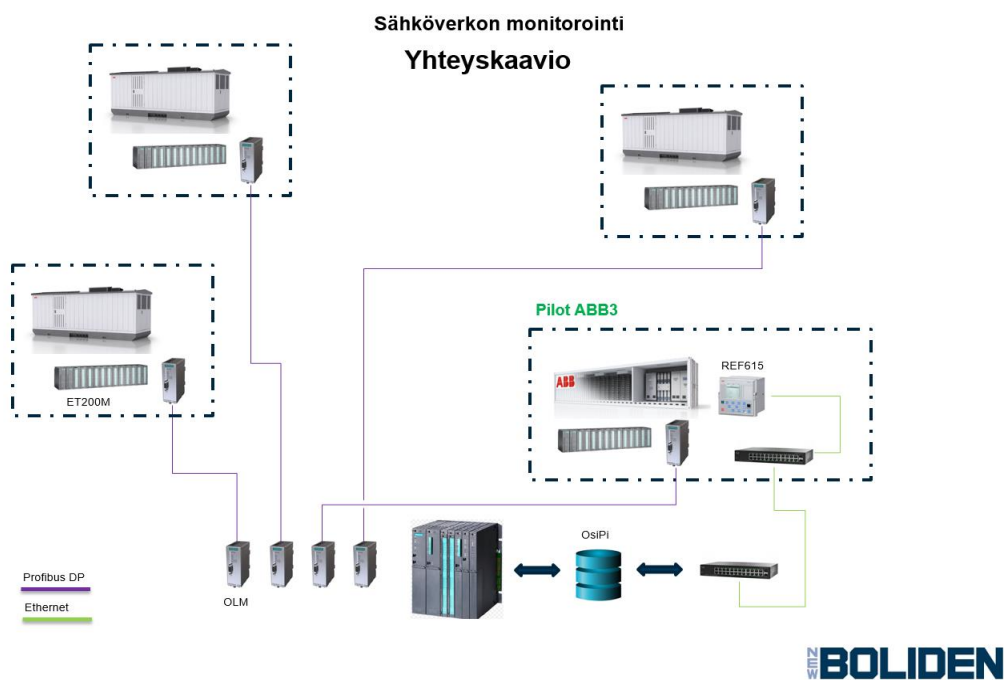
KUVA 19. REF615 ja Diris A40 keskijännitekennossa

Konttiin oli vedetty valmiiksi valokuitu ja lisätty kytkin. ICT-kenttäinsinöörin kanssa kävimme läpi kuidun reitin sähköjaketukonttiin ja kytkin reitin varrella olevat valokuitupaneelit patch-kaapeleilla yhteen, että konttiin saa yhteyden. ICT-kenttäinsinöörin kanssa kävimme läpi myös kytkimen asetukset ja IP-osoitteet REF615 -suojareleille.

Työssä päädyttiin käyttämään Profibus-yhteyttä, koska se on jo yleisesti tehtaalla käytössä. Yhteyden toiminta varmistettiin mittaamalla kuidun vaimennus 6-sähkötilan ja sähköjaketukontin väliltä ja vaimennus osoittautui tarpeeksi pieneksi. PLC:n ja ET200M:n yhteen kytkemiseen käytetään kahta OLM:ia ja niistä toinen sijoitetaan PLC:n kaappiin ja toinen sähköjaketukonttiin. Diris A40 -monimittarit kytketään ET200M:ään Profibus DP -kaapeleilla. Kuvassa 20 on ABB3:n ja 6-sähkötilan vaimennuksen mittausta ja kuvassa 21 esitetty sähköjaketukonttien yhteyskaavio.



KUVA 20. ABB3:n ja 6-sähkötöilan kuidun vaimennuksen mittaus



KUVA 21. Sähkönjakelukonttien yhteyskaavio (34)

ET200M ja valokuitumuuntimen lisääminen sähköjakelukonttiin vaatii I/O-kotelon hankkimisen. REF615 -suojareleestä saatavia tilatietoja varten tarvitaan myös digitaalinen input-moduuli, joka liitetään ET200M:ään. Kotelon laitteiden toiminta varmennetaan UPS-laitteen avulla, etteivät konttiin kytkettyjen koneiden aiheuttamat virtapiikit aiheuta häiriötä. I/O-koteloon hankitaan myös ET200M:ään käyvä Profinet interface-moduuli IM 153-4 PN siltä varalta, että OLM:ien välinen yhteys ei toimi vaimennuksen takia. Profinet interface-moduulissa on kaksi integroitua porttia, joten haluttaessa rengastopologia on mahdollista toteuttaa. Kuvassa 22 on nähtävissä Profinet interface-moduuli.



KUVA 22. IM 153-4 PN HF (35)

Kontin laitteiden ohjausta varten päätettiin hankkia uusi PLC (Programmable Logic Controller). PLC päätettiin dedikoida kaivoksella olevien laitteiden ohjaukseen, jotta siihen tehdyt lataukset eivät vaikuta rikastamon toimintaan mitenkään. PLC:n ei tarvitse olla yhteydessä muiden PLC:ien kanssa, joten se voidaan asentaa ilman tehdasseisokkia.

PLC:n valinnassa käytettiin lähtötietoja, mutta valinnan tuloksena päätettiin käyttää Siemensin SIMATIC S7-400, suurimmaksi osaksi siitä syystä, että sitä voidaan ohjelmoida Siemensin Step 7 -automaatio-ohjelmistolla, jota käytetään laitoksella ennestään. Esimerkiksi SIMATIC S7-1500 PLC:tä varten ohjelmointiin olisi tarvinnut TIA Portal -ohjelmointityökalun.

Sitten haettiin I/O-kotelolle ja PLC:n ohjauskaapille vapaat tilat, mihin ne voidaan asentaa. Sähkönjakelukonttiin tehdyssä kenttätarkastuksessa huomattiin, että siellä ei ole paljoa vapaata tilaa, joten hankittavan I/O-kotelon pitää olla tarpeeksi pieni, että sen saa mahtumaan konttiin. 6 kV:n kojeiston kennon L01 vieressä oli noin 87 cm leveä tila, johon kotelo päätettiin laittaa. PLC:n ohjauskaapille tilaa etsiessä piti ottaa huomioon kaivokselle menevät kuituyhteydet sekä riittävä tila sähkötilassa. Kuitukartasta tutkittiin eri kaivokselle meneviä kuituyhteyksiä ja siitä pystyttiin näkemään, että 6-sähkötilasta on lyhyt yhteys kaivokselle. 6-sähkötilaan tehtiin sen jälkeen kenttätarkastus ja sieltä löytyi sopiva tila.

Jotta 20 kV:n kojeiston puolella olevasta REF615 -suojareleestä saadaan tarvittavat tilatiedot, pitää sen lähtöliitännät kytkeä I/O-korttiin. Koska tämä suojarele on toisella puolella muuntajatilaa, niin turvallisuussyistä konttiin tarvitaan sähkökatko, jotta kaapelointi on mahdollista toteuttaa muuntajatilasta läpi. Muuntajatilasta läpi ei voida kulkea tai siellä työskennellä sen ollessa käytössä. Muuntajatilasta läpi kaapeloidaan 8-parinen JAMAK instrumentointikaapeli, jolla toteutetaan REF615:n tilatietokytkenä. Lisäksi kaapeloidaan 2- ja 4-pariset JAMAK instrumentointikaapelit, jotka jäävät varalle, jotta jatkossa ei tarvita sähkökatkoa mahdollisten lisätoimintojen käyttöönottoa varten.

10 SUUNNITTELU

Esisuunnittelun jälkeen siirryttiin varsinaiseen suunnitteluvaiheeseen, joka piti sisällään piiri- ja johdotuskaavioiden luonnin ja muokkauksen, kaapeliluettelon tekemisen sekä olemassa olevien dokumenttien päivittämisen, josta tarjouspyyntö koostuu. Kuvat tehdään ensisijaisesti Kevitsassa käytettäville valmiille pohjille.

10.1 Tarjouskyselymateriaali

Materiaalihankintoja varten tarvittiin CPL-kotelolle ja PCC-kaapille layout-kuvat ja vetolista työssä käytettävistä kaapeleista. Layout-kuvista eli kokoonpanokuvista nähdään kotelon tai kaapin sisälle tulevat kalusteet. Samantyyllisiä koteloitten layout-kuvia oli jo valmiina, joten niistä sai hyvän pohjan, johon oli helppo tehdä tarvittavat lisäykset ja muutokset käyttäen AutoCAD-ohjelmaa. Koteloon ja kaappiin tulevista automaatiokomponenteista tehtiin vielä laiteluettelot Excelillä, josta käy ilmi komponenttien tarkemmat tilaustiedot. I/O-kotelon layout-kuva on liitteenä 1 ja laiteluettelo liitteenä 2. PCC-kaapin layout-kuva on liitteenä 3 ja laiteluettelo liitteenä 4.

Kaapeleista tehtiin vetolista mistä saadaan selville kaapelityypit, -tunnukset, -pituudet sekä mistä mihin kaapeli tulee. Kaikki tarvittavat kaapelit suunniteltiin ALMAan ja kaapeleille lisättiin tuotteet ja täytettiin tarvittavat tiedot. Tämän jälkeen ALMAN raporttityökalua käyttämällä saatiin kaapeleista vetolista suoraan Excel-taulukkona, josta on kuva liitteenä 5.

10.2 Johdotuskaavio

Johdotuskaavio sisältää tiedot kaapin tai kotelon jännitteensyötöstä, vikavirtasuojat, komponentit, sulakkeet, maadoitukset sekä syöttökaapelin tunnuksen ja tyyppin. Niistä nähdään myös mahdolliset valokuitumuuntimet, I/O-kortit ja myös väyläkaapelien kytkennät. Kuvan alalaidassa on kaapin tai kotelon yksilöivä tunnus. I/O-kortin johdotuskaavioista käy ilmi kortin tyyppi, kortin kanavat ja niihin kytketyt laitteet sekä kanavan osoitteet.

10.3 Piirikaavio

Piirikaavioista nähdään piirin sisältämät komponentit ja niiden kytkennät. Kaavioihin on merkitty muihin piireihin tehdyt liittynät. Piirikaaviosta saadaan tarkemmat tiedot, joten sitä käytetään myös vianetsintään ja koestukseen.

Sähkönjakelukontin REF615 -suojareleistä oli tehty piirikaaviot ja niistä saatiin selville suojareleen kytkennät ja vapaat liittimet, jotka voidaan ohjelmoida antamaan tarvittavaa tietoa monitorointia varten. Järjestelmään liitettävistä kytkennöistä tehtiin erilliset piirikaaviot.

10.4 Kuvien päivitys ALMAan

Kaikista kaivoksella olevista kaapeista, I/O-koteloista ja niissä olevista I/O-moduuleista on tehty johdotuskaaviot käyttäen ALMA:n generointityökalua. I/O-kotelo sekä ohjauskaappi suunniteltiin ALMAan ja niille lisättiin oikeat generointipohjat ja symbolit, jonka jälkeen kuvat pystyttiin helposti generoimaan AutoCAD:n käyttämään dxf-tiedostomuotoon. Kotelossa olevan I/O-kortin tiedot ja symbolit lisättiin myös ALMAan ja moduulista generoitiin johdotuskaavio. Generoiduista dxf-kuvista tehtiin AutoCAD:llä pdf-kuvat, jotka lisättiin oikeille objekteille ALMAan. Johdotuskaaviot I/O-kotelolle on liitteenä 6 ja ohjauskaapille liitteenä 7.

REF615 -suojareleen järjestelmään liitettävistä kytkennöistä tehtiin samaa periaatetta käyttäen piirikaaviot, mutta kytkennöille piti tehdä uudet generointipohjat. Pohjien tekemisessä pystyttiin käyttämään vanhoja pohjia apuna. ALMAan piti tehdä uudet muuttujat ja lisätä ne generointipohjaan, koska kytkennät päättyivät kuvassa riviliittimelle. Tämän jälkeen kuvat generoitiin, muutettiin pdf-muotoon ja lisättiin ALMAan. Kytkennöistä tehdyt piirikaaviot ovat liitteinä 8 - 11.

10.5 Kuitukartta

Yhtenä osana opinnäytetyötä oli päivittää kuitukartta ajantasaiseen muotoon. Kuitukartan tehtävänä on havainnollistaa kaivoksen eri tiloissa olevien valokuitupaneelien lähtevät ja tulevat kuituyhteydet. Kuitukartasta käy ilmi kaivoksella sijaitsevat kuitukaapit, valokuitupaneelien määrä

kaapissa sekä myös valokuidun reitti. Kartta näyttää myös kaapelien tunnuksot ja ovatko kaapelit yksi- vai monimuotokuituja.

Liitteessä 12 on osa kuitukarttaa, josta pystytään näkemään MCC06:sta eli 6-sähkötalasta lähtevä valokuidun reitti kaivoksella olevaan sähkönjakelukonttiin ABB3:lle.

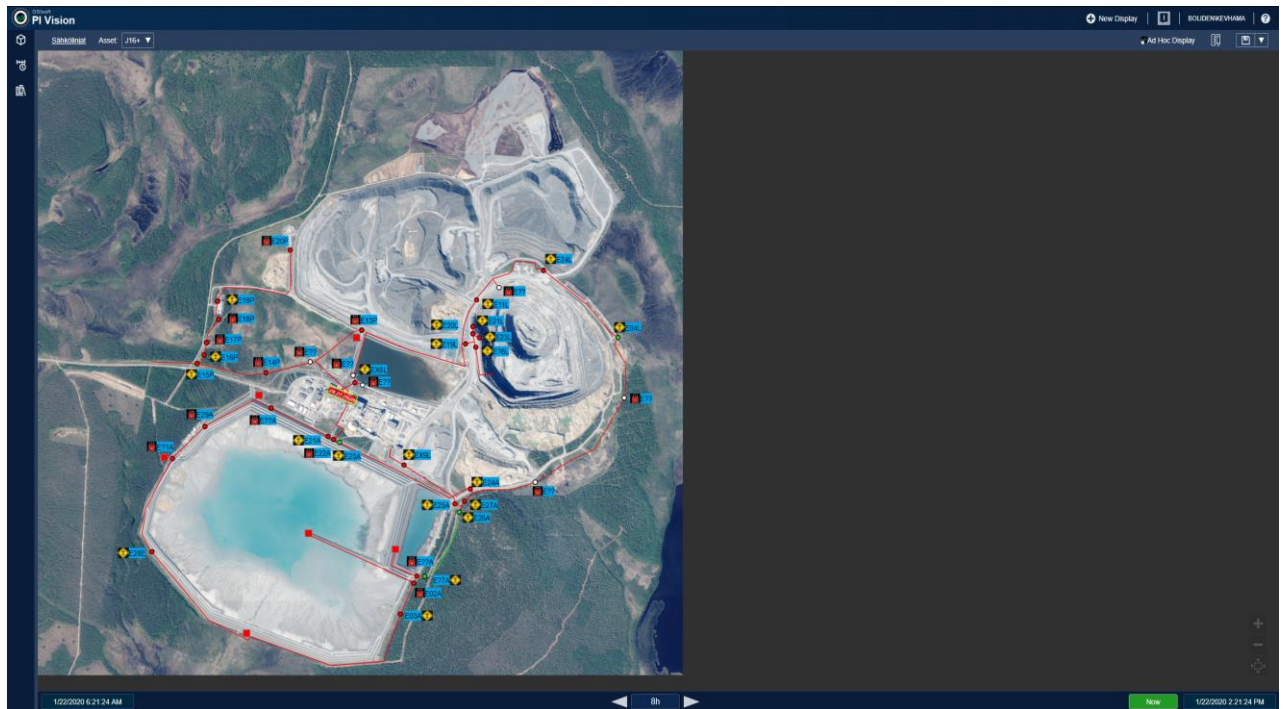
10.6 Yhteyskaavio

Yhteyskaavio kuvaa tiedonsiirtoa järjestelmän ja laitteiden välillä. Kaivokselle tehdystä kaaviosta nähdään nykyiset PLC:t ja näiden välilyhteydet kokonaisuudessa aina I/O-koteloille ja laitteille asti. Kaaviosta näkee myös välilyhteyksien kaapelit ja niiden tunnuksot.

Uuden PLC:n hankkimisen myötä se piti päivittää yhteyskaavioon välilyhteyksineen. Liitteestä 13 nähdään yhteyskaavioon lisätty uusi 3105PLC13 ja 3105CPL01 I/O-kotelo.

10.7 PI Vision näyttö

Työtä varten piti tehdä PI Visioniin uusi näyttö, josta päästään suoraan REF615 -suojareiden selainpohjaiseen käyttöliittymään. Näyttöön lisätään pohjaksi ilmakeu louhoksesta, johon lisätään siellä olevat sähkönjakelukontit. Näyttöön tulee myös suora linkki tässä työssä käytettyjen suojareiden selainpohjaiseen käyttöliittymään. Tulevaisuudessa muihinkin sähkönjakelukontteihin lisätään etävalvontaa, joten muidenkin konttien suojareille lisätään myös suorat linkit käyttöliittymään. Kuvassa 23 on nähtävissä Sähkölinit PI Visionissa.



KUVA 23. Sähkölínjat PI Visionissa

11 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön päätavoite oli suunnitella ja toteuttaa järjestelmäyhteys, jonka avulla voidaan monitoroida ABB3 sähköjakelukontin mittaus- ja tilatietoja. Suunnittelun tuloksena saatiin valmiita johdotus- ja layout-kuvia, joiden mukaan työ toteutetaan. Opinnäytetyön raportti pitkittyi aikataulusta muutamalla kuukaudella, vaikka työtä ei keretty toteuttamaan. Itse työn toteutus jää keväälle 2020, jolloin olen mukana käyttöönottoissa.

Opinnäytetyössä perehdyttiin tarkemmin eri järjestelmäyhteyksiin ja millä tavalla niitä voidaan toteuttaa. Työn suunnitteluprosessi vei enemmän aikaa kuin olin aluksi ajatellut ja siinä huomattiin, että tähän työhön olisi ollut todella monta erilaista toteutustapaa. Aihe oli mielenkiintoinen, sillä siinä pääsi perehtymään tarkemmin eri järjestelmiin sekä sähköjakeluun, josta en tiennyt kovin paljoa työn alussa.

Työssä tehtyjen uusien dokumenttien ja kuvien luonti oli melko helppoa, sillä ne pystyi tekemään pääosin käyttämällä ALMAa. Vanhojen kuvien muokkaukseen käytettiin pelkästään AutoCAD:iä mikä oli huomattavasti hitaampaa, sillä siinä piti itse tehdä tarvittavat symbolit ja merkinnät, jos niitä ei pystynyt kopioimaan jostakin.

Tämän työn aikana opin paljon uutta järjestelmäyhteyksistä ja minkälaisia toteutuksia niillä on mahdollista tehdä sekä mitä vaiheita uudessa projektissa on ja siihen liittyvästä suunnittelusta. Tätä työtä tullaan käyttämään apuna myöhemmin, kun muihin kaivoksella oleviin sähköjakelukontteihin lisätään etävalvonta.

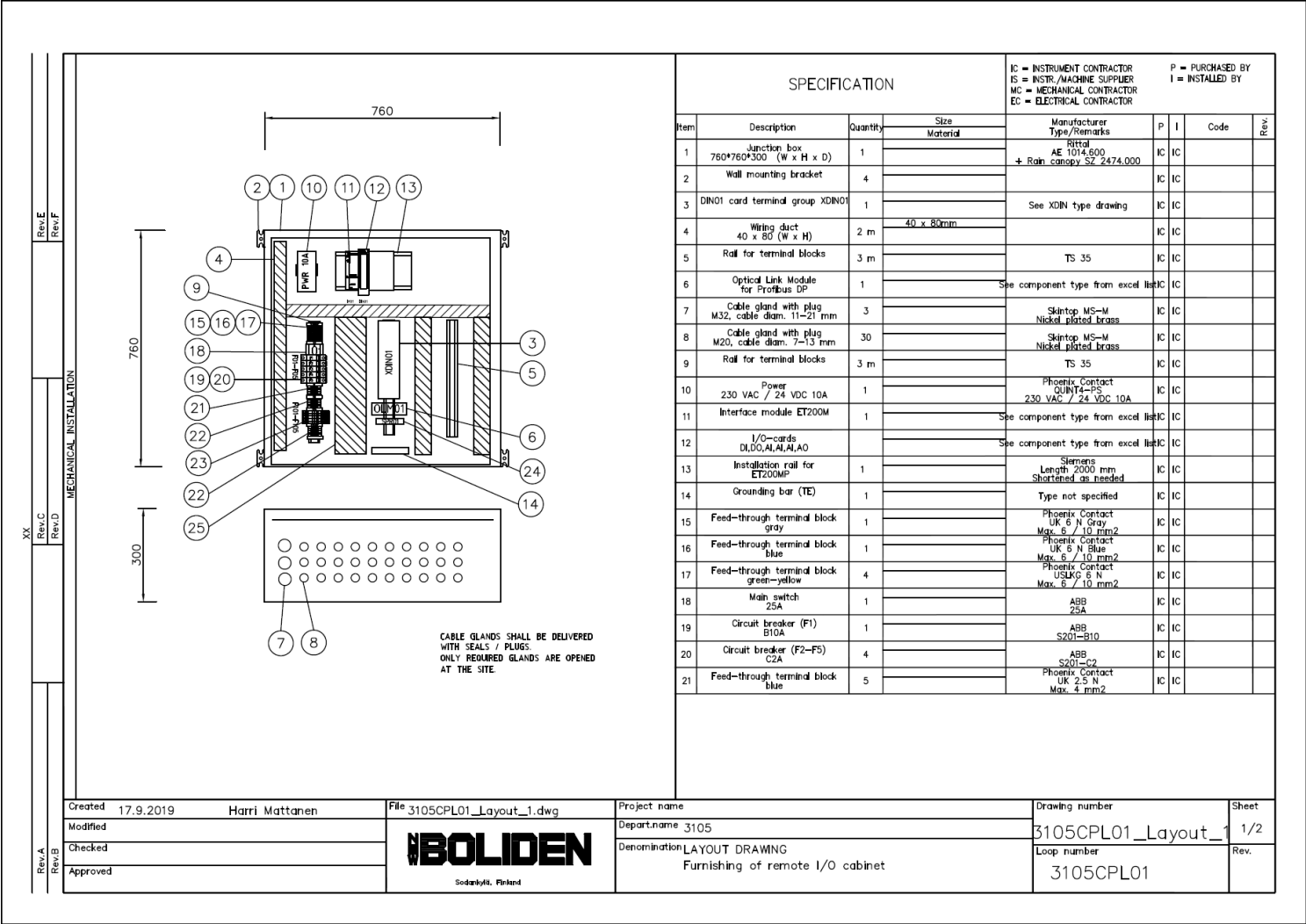
LÄHTEET


1. Boliden 2019. Boliden Kevitsa. Saatavissa: <https://www.boliden.com/fi/operations/mines/boliden-kevitsa>. Hakupäivä 21.6.2019.
2. Kaivosvastuu 2019. Boliden Kevitsa Mining Oy. Saatavissa: <https://www.kaivosvastuu.fi/yrityskortti/fqm-kevitsa-mining-oy/>. Hakupäivä 7.9.2019.
3. Brusila, Jukka. 2019. Kevitsan Kaivos: Yleisesittely. Diaesitys.
4. Opetushallitus 2019. Automaatiojärjestelmä. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_a2_automaatiojarjestelma.html. Hakupäivä 11.7.2019.
5. Electrical Technology 2019. What is distributed control system (DCS). Saatavissa: <https://www.electricaltechnology.org/2016/08/distributed-control-system-dcs.html>. Hakupäivä 31.8.2019.
6. Aalto-yliopisto 2016. Automaatiojärjestelmien rakenne. Saatavissa: https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293727/mod_resource/content/2/Automaatioj%C3%A4rjestelmien%20rakakenne.pdf. Hakupäivä 18.7.2019.
7. Aalto-yliopisto 2016. Automaation kenttäväylät. Saatavissa: https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293729/mod_resource/content/1/ELEC-C1210_4.1_automaation_kenttavaylat.pdf. Hakupäivä 22.7.2019.
8. Comparitech 2019. Network Topology: 6 Network Topologies Explained & Compared. Saatavissa: <https://www.comparitech.com/net-admin/network-topologies-advantages-disadvantages/>. Hakupäivä 24.7.2019.
9. ComputerHope 2018. Ring topology. Saatavissa: <https://www.computerhope.com/jargon/r/ringtopo.htm>. Hakupäivä 7.9.2019.

10. ComputerHope 2017. Tree topology. Saatavissa: <https://www.computerhope.com/jargon/t/treetopo.htm>. Hakupäivä 7.9.2019.
11. Tietoverkkolaboratorio 1999. Optinen tiedon siirto jyrää. Saatavissa: <https://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s98/htyo/33/>. Hakupäivä 18.8.2019.
12. Orbis 2014. Valokuitu tietoliikenteessä: Yksi- ja monimuotokuidut. Saatavissa: <https://www.orbis.fi/blogi/valokuitu-tietoliikenteess%C3%A4-yksi-ja-monimuotokuidut>. Hakupäivä 18.8.2019.
13. Ladu 2019. Yksi- ja monimuotokuidut. Saatavissa: http://ladu.htk.tlu.ee/erika/lasse/fibre_cables/yksi_ja_monimuotokuidut.html. Hakupäivä 19.8.2019.
14. Siemens 2019. Profibus The Perfect Fit For The Process Industry. Saatavissa: https://mall.industry.siemens.com/collaterals/files/68/PDF/ENG_115361.PDF. Hakupäivä 20.6.2019.
15. Alapere, Ari – Roppola, Jonne – Hietanen, Tero 2009. Oulun ammattikorkeakoulu. Profibus väyläanalyysi. Saatavissa: http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/Labrat/C_analyysi.doc. Hakupäivä 4.8.2019.
16. Wikipedia 2019. Profibus. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Profibus>. Hakupäivä 4.8.2019.
17. FScables 2019. Profibus DP Cable. Saatavissa: <https://www.fscables.com/products/profibus-dp-cable.html>. Hakupäivä 26.7.2019.
18. Siemens 2019. Profinet. Saatavissa: http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/teollinen_tiedonsiirto_esim_profinet/profinet.htm. Hakupäivä 19.8.2019.

19. Profinet 2019. Profinet technology. Saatavissa: <https://us.profinet.com/technology/profinet/#%C2%A74.4%20%E2%80%93%20PROFINET%20Features%20vs.%20PROFIBUS>. Hakupäivä 19.8.2019.
20. Siemens 2019. From Profibus to Profinet. Saatavissa: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet/pb-2-pn.html>. Hakupäivä 19.8.2019.
21. PLCdev 2005. Schneider Electric Modicon history. Saatavissa: http://www.plcdev.com/schneider_electric_modicon_history. Hakupäivä 28.7.2019.
22. Modbus 2006. Modbus application protocol specification. Saatavissa: http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf. Hakupäivä 28.7.2019.
23. Real Time Automation 2019. Modbus RTU. Saatavissa: <https://www.rtautomation.com/technologies/modbus-rtu/>. Hakupäivä 28.7.2019.
24. ABB 2017. Syöttö- ja lähtökentän suojaus- ja ohjausrele REF 615. Saatavissa: https://library.e.abb.com/public/f5dcf411ba594a388a7b8cc315ac01d3/REF615_pg_758316_Fla.pdf?x-sign=Bw6E64UfUQvQYid7CzRjTe2/DUIXYkAw2xnDcQauKCKmP3D7sOloO8NtFFdDBU2. Hakupäivä 10.7.2019
25. ABB 2015. Feeder Protection and Control REF615 IEC. Saatavissa: <https://new.abb.com/medium-voltage/distribution-automation/numerical-relays/feeder-protection-and-control/relion-for-medium-voltage/feeder-protection-and-control-ref615-iec>. Hakupäivä 24.7.2019.
26. Socomec 2017. Diris A40/A41. Saatavissa: https://www.socomec.com/files/live/sites/systemsite/files/SCP/pdf_catalogue/GB/cat_dirisa40a41_en.pdf. Hakupäivä 15.10.2019.
27. Siemens 2013. Simatic Net Profibus Optical Link Module. Saatavissa: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/186/59884186/att_29384/v1/BA_OLM4_76.pdf. Hakupäivä 26.7.2019.

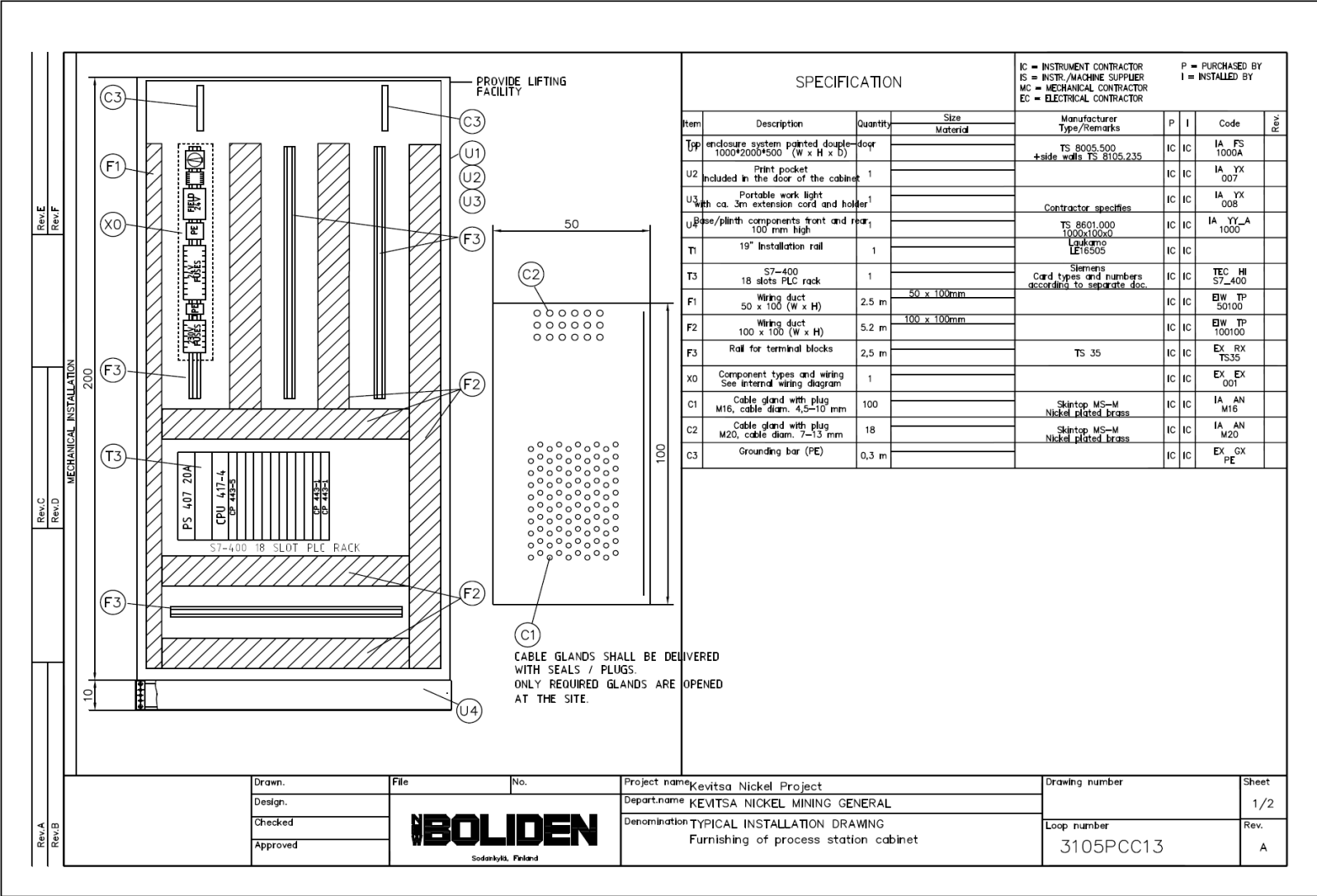
28. Siemens 2019. Optical networks with OLMs. Saatavissa: <https://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/en/profibus/network-components/optical-networks/olm/pages/olm.aspx>. Hakupäivä 26.7.2019.
29. Siemens 2019. Automaatiojärjestelmä Simatic PCS7. Saatavissa: http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/automaatiojarjestelma_pcs7.php. Hakupäivä 21.6.2019.
30. Siemens 2019. The SIMATIC PCS 7 Process Control System. Saatavissa: http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/automaatiojarjestelma/br_pcs7_2014_en_web.pdf. Hakupäivä 21.6.2019.
31. Siemens 2019. Installation, Operation and Maintenance of Process Historian/Information Server in a PCS 7 Environment. Saatavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/66579062/installation-operation-and-maintenance-of-process-historian-information-server-in-a-pcs-7-environment?dti=0&lc=en-US>. Hakupäivä 25.10.2019.
32. ALMA Consulting Oy 2019. Saatavissa: <https://www.alma.fi>. Hakupäivä 22.6.2019.
33. ALMA yleisesite 2018. ALMA Consulting Oy. Saatavissa: https://www.alma.fi/sites/alma_fi/files/attachments/alma_yleisesite_fi_11122018.pdf. Hakupäivä 22.6.2019
34. Tätilä, Petteri 2019. Sähköverkon monitorointi. Diaesitys.
35. Siemens 2010. Profinet IM153-4 HF Interface Module for ET 200M with Failsafe and HART Support Released for Delivery. Saatavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/45313498/profinet-im153-4-hf-interface-module-for-et-200m-with-failsafe-and-hart-support-released-for-delivery?dti=0&lc=en-RO>. Hakupäivä. 13.11.2019.



XX	Rev. E	MECHANICAL INSTALLATION	Rev. C	Rev. D	Rev. A	Rev. B	Created	17.9.2019	Harri Mattanen	File	3105CPL01_Layout_1.dwg	Project name	Drawing number	Sheet																																																							
	Rev. F														Rev. D	Rev. A	Rev. B	Modified	3105	3105CPL01_Layout_1	2/2																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">SPECIFICATION</th> <th colspan="2">IC = INSTRUMENT CONTRACTOR IS = INSTR./MACHINE SUPPLIER MC = MECHANICAL CONTRACTOR EC = ELECTRICAL CONTRACTOR</th> <th colspan="2">P = PURCHASED BY I = INSTALLED BY</th> </tr> <tr> <th>Item</th> <th>Description</th> <th>Quantity</th> <th>Size Material</th> <th>Manufacturer Type/Remarks</th> <th>P</th> <th>I</th> <th>Code</th> <th>Rev.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22</td> <td>Feed-through terminal block green-yellow</td> <td>10</td> <td></td> <td>Phoenix Contact USLKG 2.5 Max. 4 mm²</td> <td>IC</td> <td>IC</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Fuse terminal block</td> <td>5</td> <td></td> <td>Phoenix Contact UKK5-HESLED 24 (2x40)</td> <td>IC</td> <td>IC</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Fieldbus Surge Protector</td> <td>1</td> <td></td> <td>Phoenix Contact PT 2X1-24AC-ST</td> <td>IC</td> <td>IC</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Wiring duct 100 x 100 (W x H)</td> <td>1 m</td> <td>100 x 100mm</td> <td></td> <td>IC</td> <td>IC</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTE: End brackets, name plate holders etc. installation material are not included in the parts list. These components shall be used when needed.</p>															SPECIFICATION						IC = INSTRUMENT CONTRACTOR IS = INSTR./MACHINE SUPPLIER MC = MECHANICAL CONTRACTOR EC = ELECTRICAL CONTRACTOR		P = PURCHASED BY I = INSTALLED BY		Item	Description	Quantity	Size Material	Manufacturer Type/Remarks	P	I	Code	Rev.	22	Feed-through terminal block green-yellow	10		Phoenix Contact USLKG 2.5 Max. 4 mm ²	IC	IC			23	Fuse terminal block	5		Phoenix Contact UKK5-HESLED 24 (2x40)	IC	IC			24	Fieldbus Surge Protector	1		Phoenix Contact PT 2X1-24AC-ST	IC	IC			25	Wiring duct 100 x 100 (W x H)	1 m	100 x 100mm		IC	IC		
SPECIFICATION						IC = INSTRUMENT CONTRACTOR IS = INSTR./MACHINE SUPPLIER MC = MECHANICAL CONTRACTOR EC = ELECTRICAL CONTRACTOR		P = PURCHASED BY I = INSTALLED BY																																																													
Item	Description	Quantity	Size Material	Manufacturer Type/Remarks	P	I	Code	Rev.																																																													
22	Feed-through terminal block green-yellow	10		Phoenix Contact USLKG 2.5 Max. 4 mm ²	IC	IC																																																															
23	Fuse terminal block	5		Phoenix Contact UKK5-HESLED 24 (2x40)	IC	IC																																																															
24	Fieldbus Surge Protector	1		Phoenix Contact PT 2X1-24AC-ST	IC	IC																																																															
25	Wiring duct 100 x 100 (W x H)	1 m	100 x 100mm		IC	IC																																																															
<table border="1"> <tr> <td>Modified</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Checked</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Approved</td> <td></td> </tr> </table>								Modified		Checked		Approved				Denomination LAYOUT DRAWING Furnishing of remote I/O cabinet		Loop number 3105CPL01		Rev.																																																	
Modified																																																																					
Checked																																																																					
Approved																																																																					

AUTOMAATIO LAITELUETTELO
3105CPL01

Valmistaja	Laite	Laite tyyppi	Maara	Pin	Rev.
Siemens	Installation rail for ET200M	Syvä kiskomalli	520mm		
Siemens	IM 153-2 HF for ET 200M, PROFIBUS	6ES7153-2BA70-0XB0	1		
Siemens	Digital input 32DI, 24V DC, isolated	6ES7321-1BL00-0AA0	1	40	
Siemens	Profibus OLM G11-1300	6GK1503-2CC00	1		
Siemens	IM 153-4 PN HF	6ES7153-4BA00-0XB0	1		



Drawn.
Design.
Checked
Approved

File
BOLIDEN
Sodankylä, Finland

No.

Project name
Kevitsa Nickel Project

Department
KEVITSA NICKEL MINING GENERAL

Denomination
TYPICAL INSTALLATION DRAWING
Furnishing of process station cabinet

Drawing number

Loop number
3105PCC13

Sheet
1/2

Rev.
A



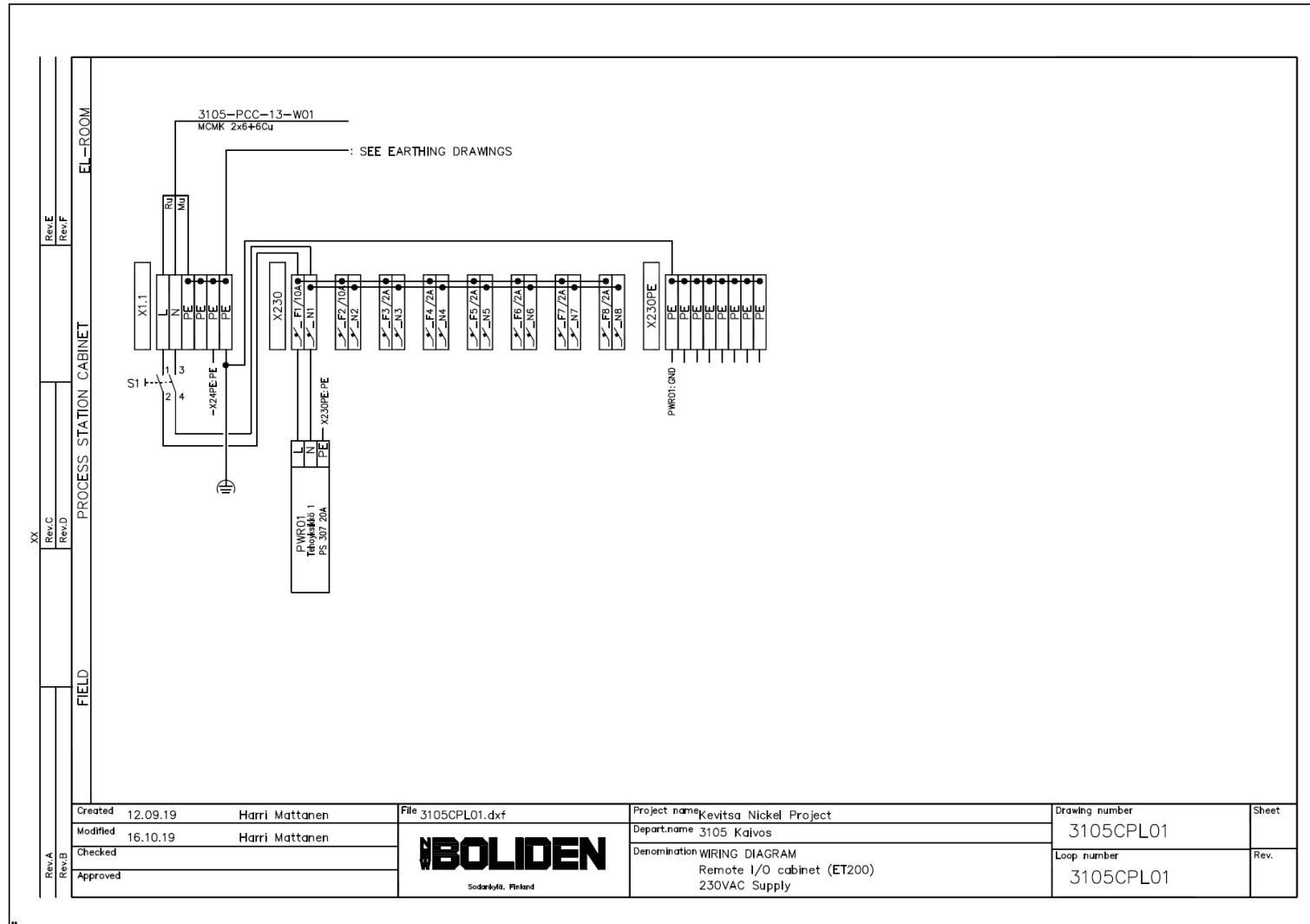
AUTOMAATIO LAITELUETTELO
3105PCC13

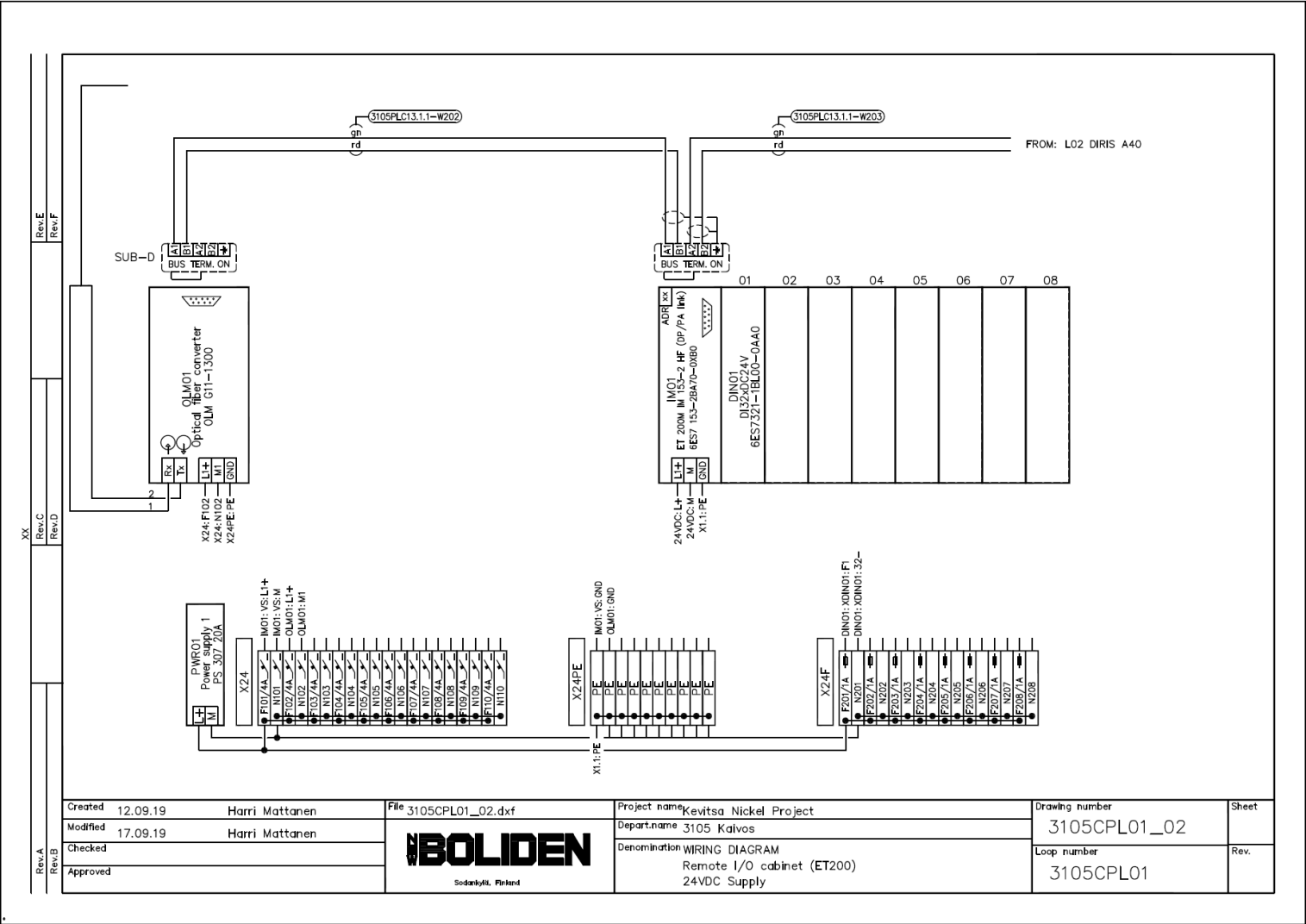
Valmistaja	Laite	Laite tyyppi	Määrä	Pin	Rev.
Siemens	S7-400 18 SLOT PLC RACK	6ES7400-1TA11-0AA0	1		
Siemens	SIMATIC S7-400, CPU 417-4	6ES7417-4XT05-0AB0	1		
Siemens	SIMATIC S7-400, Power supply PS407, 20 A,	6ES7407-0RA02-0AA0	1		
Siemens	Profibus OLM G12-1300	6GK1503-3CC00	1		
Siemens	Communications processor CP 443-1	6GK7443-1GX30-0XE0	1		
Siemens	Communications processor CP 443-5	6GK7443-5DX05-0XE0	1		

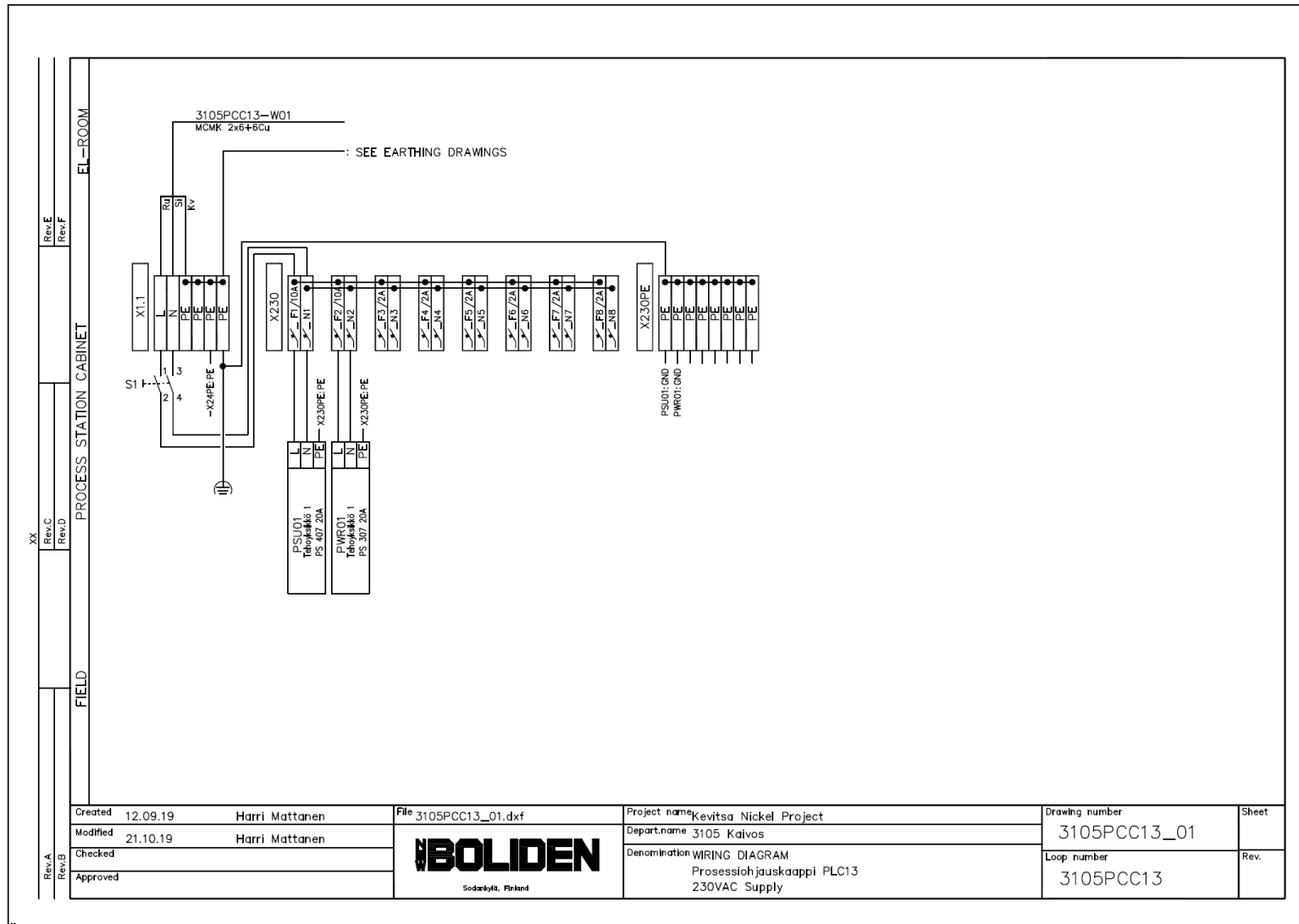
KAAPELIEN VETOLISTA

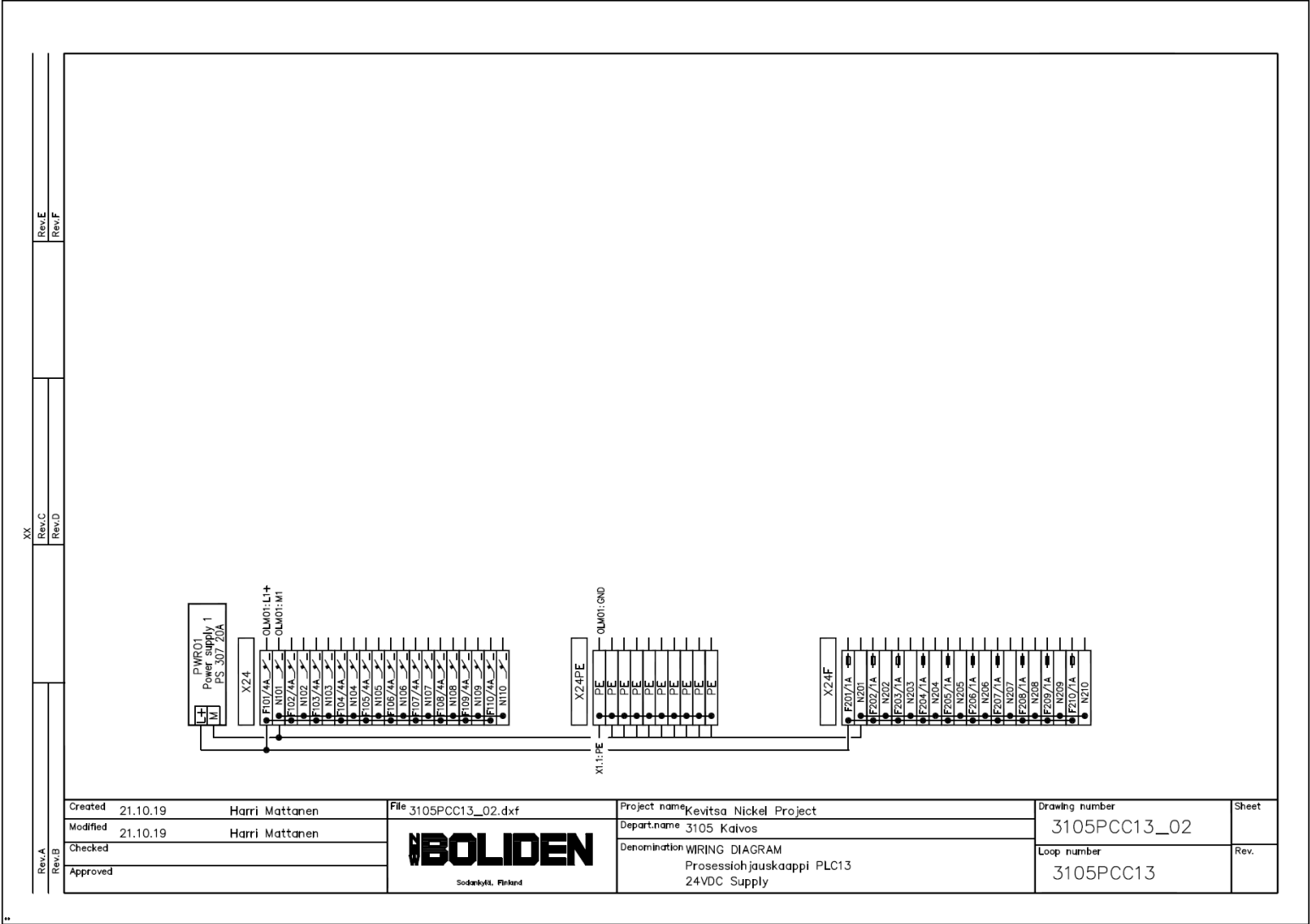
LIITE 5

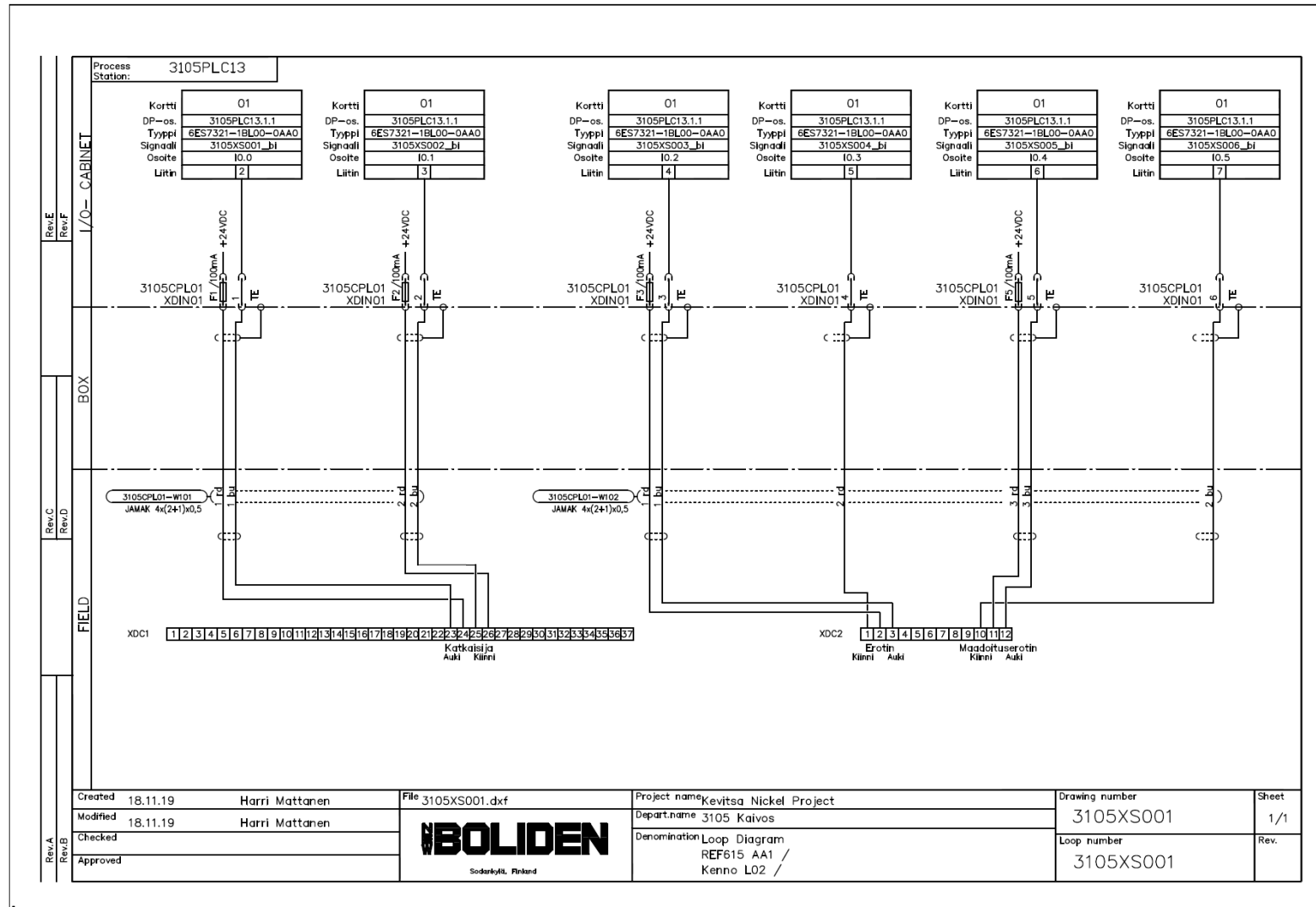
20.11.2019 / Harri Mattanen												
Cable list												
Name	Tyyppi	Kaapelitunnus	Kaapelityyppi	Mistä	Minne	Pituus Arvio	Todellinen	Toimittaa Hankkii	Asentaa	Asennustyyppi	Huomautus	Muutos
3105CPL01 Kaapelit												
	Automaatiopositio	3105CPL01-W101	JAMAK 4x(2+1)x0,5	3105XS001	3105CPL01	10						
	Automaatiopositio	3105CPL01-W102	JAMAK 4x(2+1)x0,5	3105XS001	3105CPL01	25						
	Automaatiopositio	3105CPL01-W103	JAMAK 4x(2+1)x0,5	3105XS007	3105CPL01	10						
	Automaatiopositio	3105CPL01-W104	JAMAK 4x(2+1)x0,5	3105XS007	3105CPL01	10						
	Automaatiopositio	3105CPL01-W105	JAMAK 4x(2+1)x0,5	3105XS013	3105CPL01	10						
	Automaatiopositio	3105CPL01-W106	JAMAK 4x(2+1)x0,5	3105XS013	3105CPL01	10						
	Automaatiopositio	3105CPL01-W107	JAMAK 8x(2+1)+0,5	3105XS019	3105CPL01	25						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105CPL01-W108	JAMAK 4x(2+1)x0,5	3105CPL01	3105CPL01	10						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105CPL01-W109	JAMAK 2x(2+1)x0,5	3105CPL01	3105CPL01	25						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105CPL01-W301	RJ45 4x2x05+F/UTP (CAT6)	3105SWH51	REF615 AA1	25						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105CPL01-W302	RJ45 4x2x05+F/UTP (CAT6)	3105SWH51	REF615 AA2	25						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105CPL01-W303	RJ45 4x2x05+F/UTP (CAT6)	3105SWH51	REF615 AA3	25						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105CPL01-W304	RJ45 4x2x05+F/UTP (CAT6)	3105SWH51	REF615 AA4	15						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105PLC13.1.1-W202	6XV1830-0JH10	OLM01	ET200M	2						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105PLC13.1.1-W203	6XV1830-0JH10	ET200M	PGM1 DIRIS A40	10						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105PLC13.1.1-W204	6XV1830-0JH10	PGM1 DIRIS A40	PGM2 DIRIS A40	5						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105PLC13.1.1-W205	6XV1830-0JH10	PGM2 DIRIS A40	PGM3 DIRIS A40	5						
Remote I/O cabinet (ET200)	Kaappi	3105PLC13.1.1-W251	Patch cable 2x50/125µm	3105MBO11	OLM01	25						
3105PCC01 Kaapelit												
Process station 13 cabinet	Kaappi	3105-PLC-13.1.1-W201	6XV1830-0JH10	3105PLC13	OLM01	5						
Process station 13 cabinet	Kaappi	3105PCC13-W01	MCMK 2x6+6Cu	3105PCC13	3400-DBI-01-01B							
Process station 13 cabinet	Kaappi	3105PCC13-W301	RJ45 4x2x05+F/UTP (CAT6)	3105PLC13		15						
Process station 13 cabinet	Kaappi	3105PLC13.1.1-W260	Patch cable 2x50/125µm	OLM01	3400SUB05	25						
Process station 13 cabinet	Kaappi	3400EBX01-W12	MKEM 16 kevi	3105PCC13	3105PCC13							

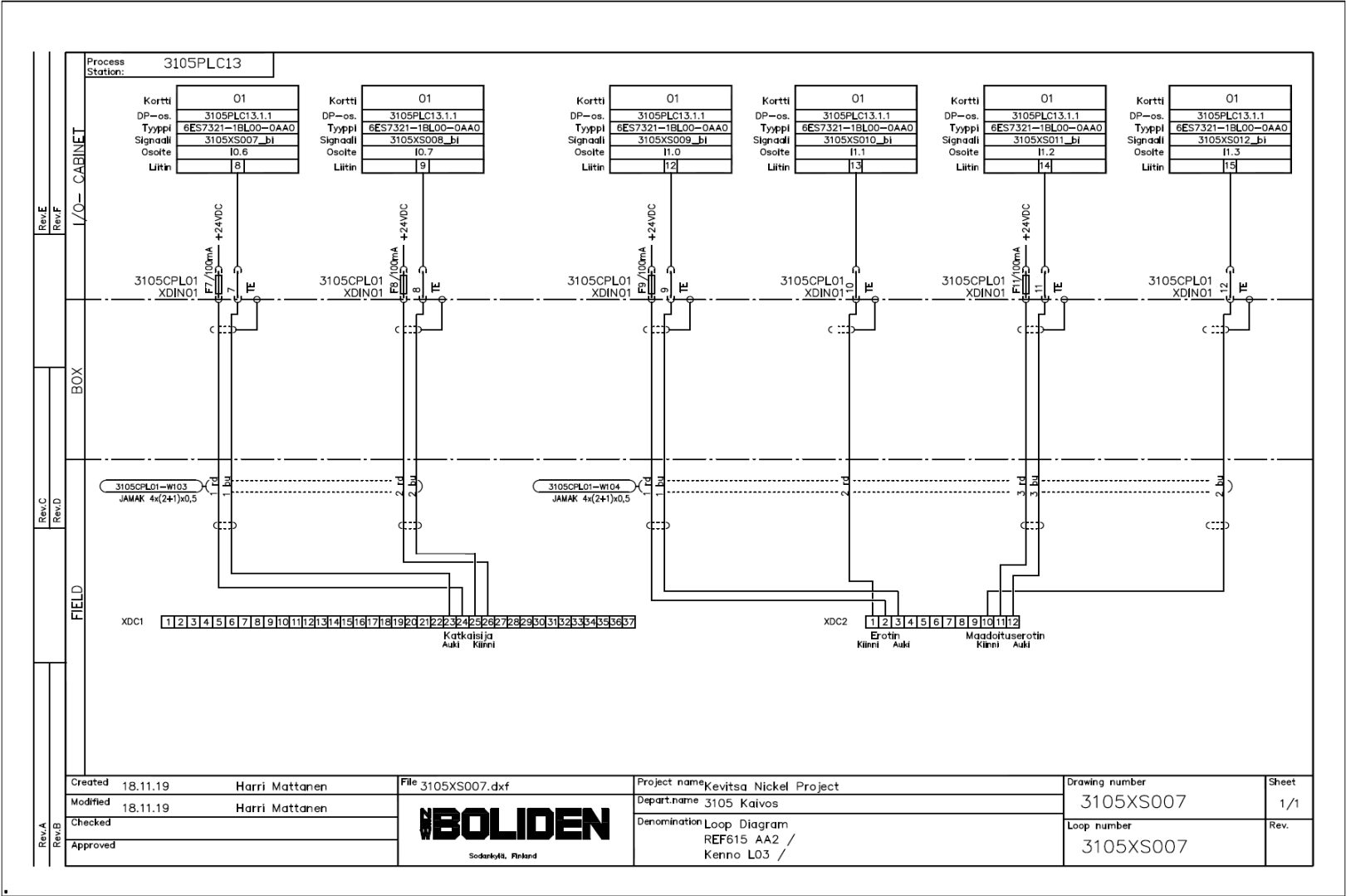


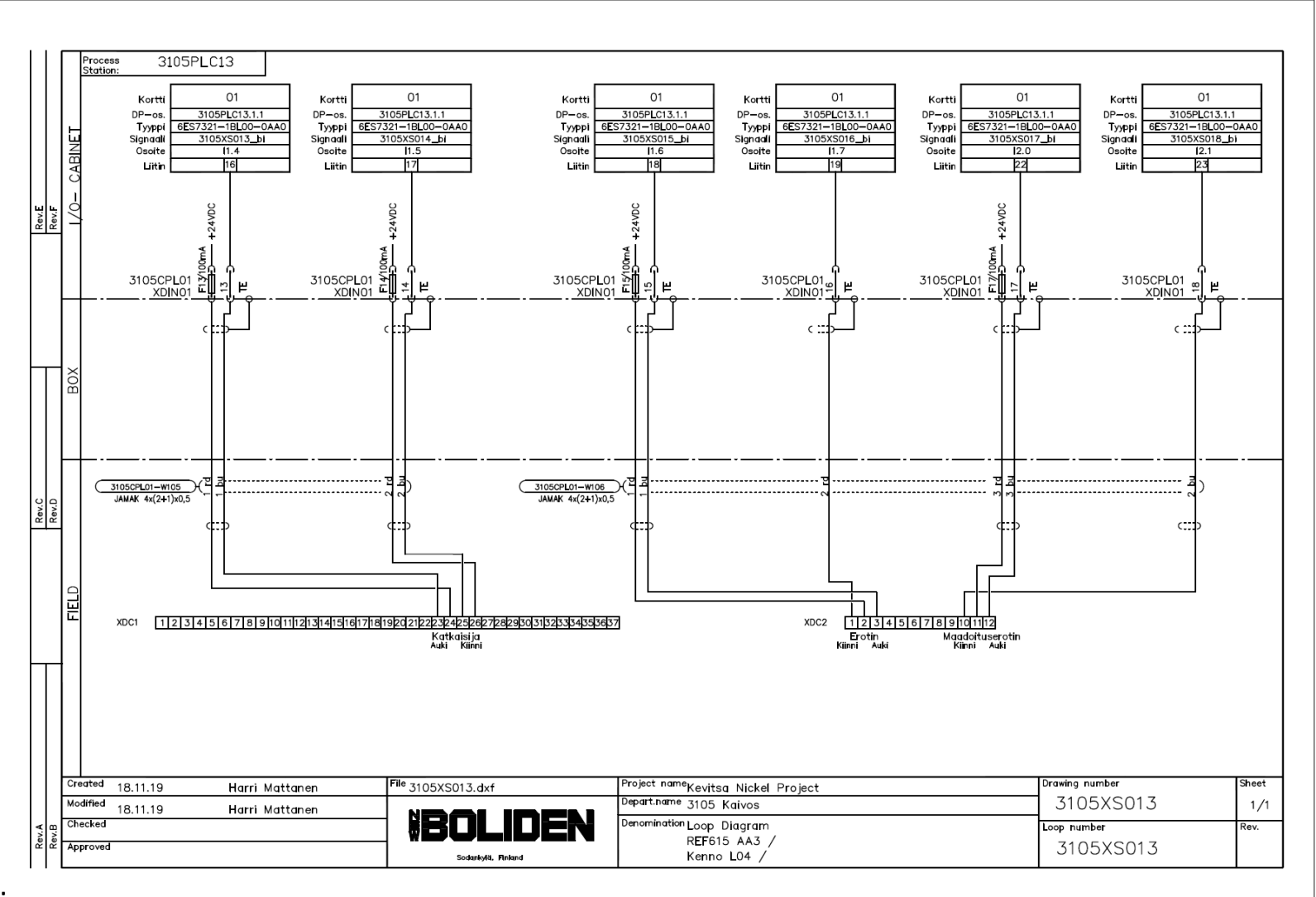


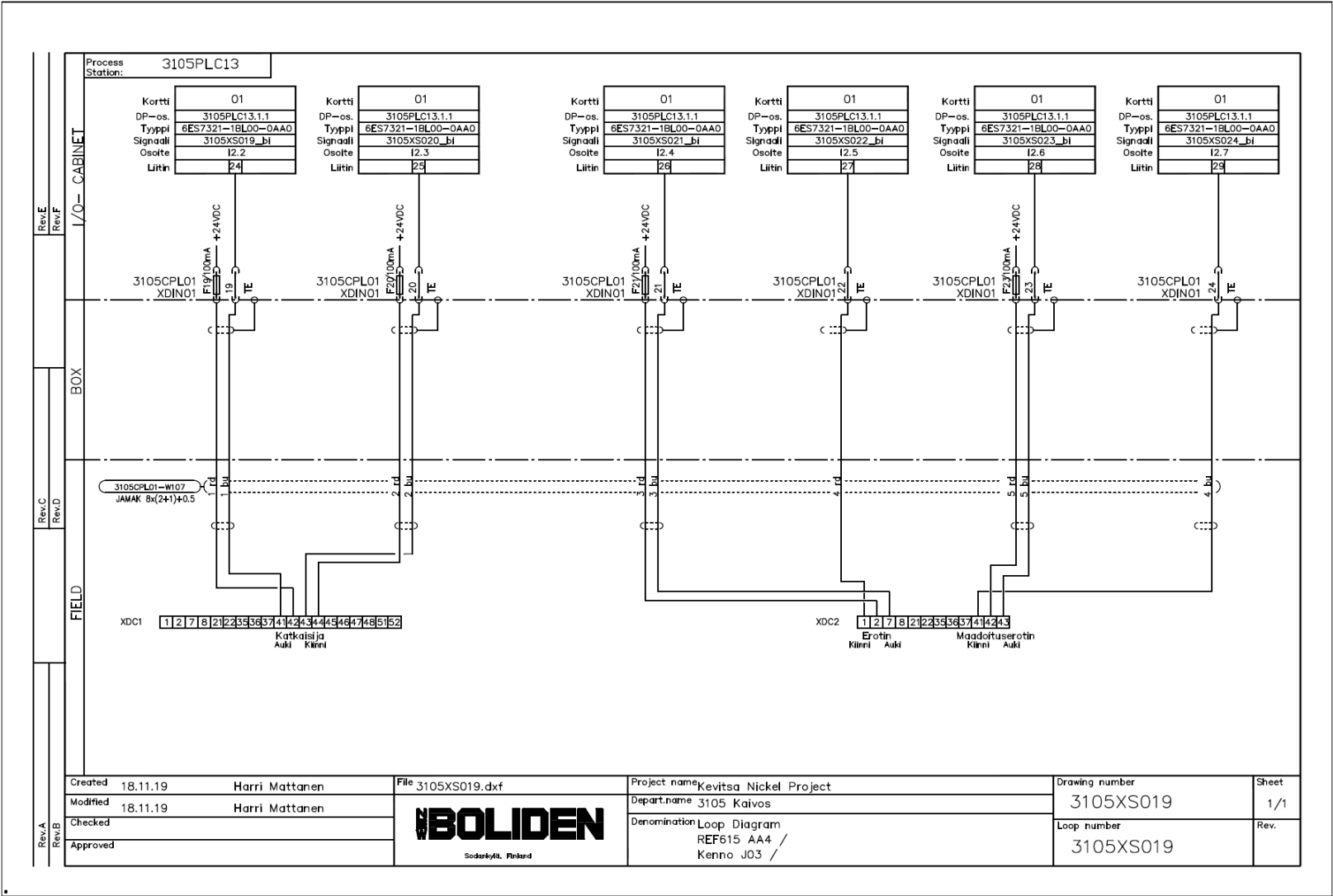


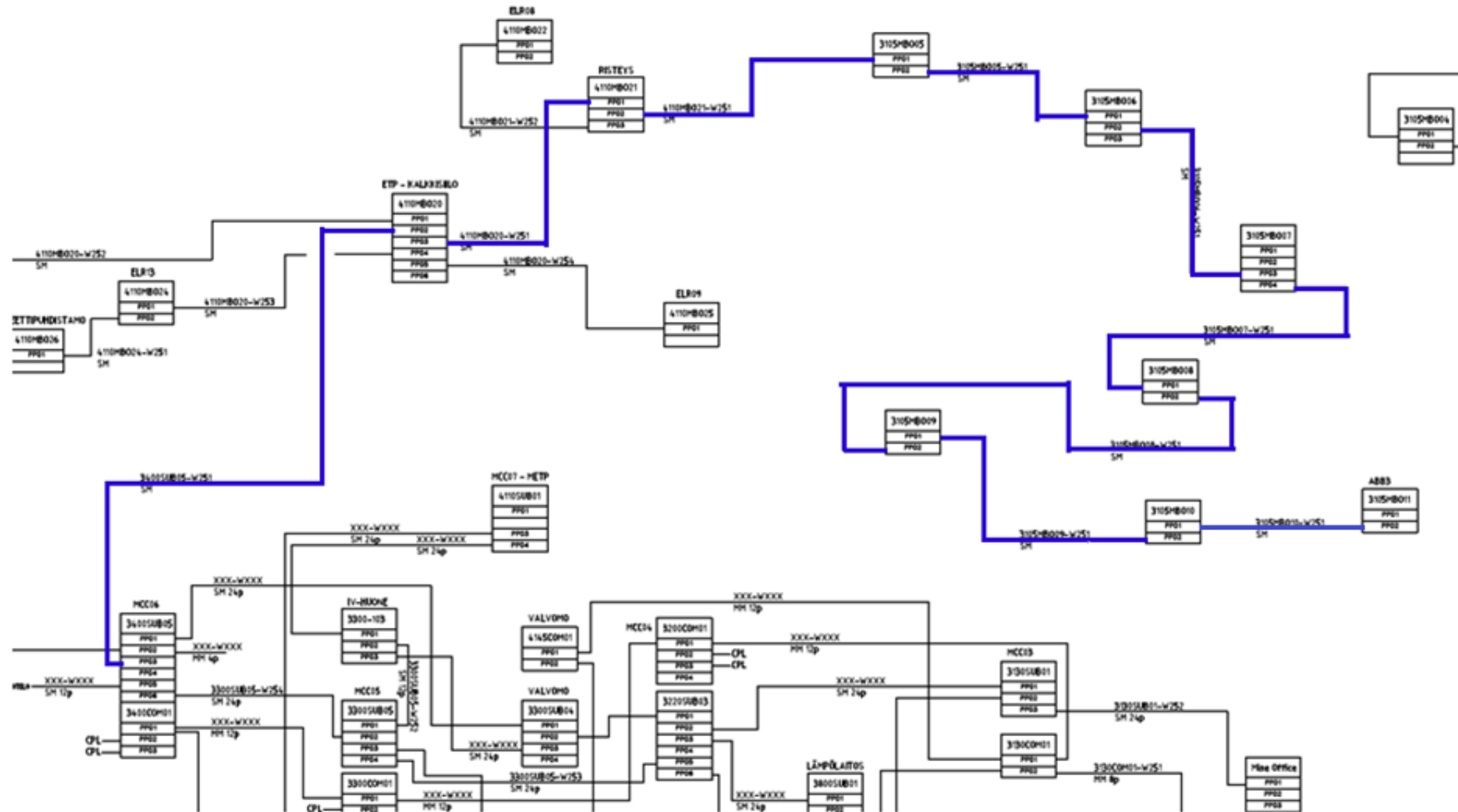












3105PCC01

3105PLC13

